

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Жук Тарас Богданович**

**Расчет гидравлических характеристик гидротехнических сооружений  
и расчет неустановившегося движения воды**

Магистерская диссертация

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:

к.г.н., доцент. Т. А. Виноградова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016

Заведующий кафедрой:

к.г.-м.н., доцент. П. Н. Священников

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016

Санкт-Петербург

2016

## Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Физико-географическое описание объектов исследования.....	5
1.1. Физико-географическое описание бассейна реки Паша, ее гидрологические особенности.....	5
1.2. Физико-географическое описание бассейна канала Широкого, его гидрологические особенности.....	7
1.3. Физико-географическое описания бассейнов рек выбранных для определения коэффициента сопротивления.....	8
Глава 2. Методы расчёта давления воды на плотины и плоские затворы, а также методы расчета равномерного, неравномерного и неустановившегося движения воды.....	14
2.1. Определение параметров сопротивления.....	17
2.2. Методы расчёта неустановившегося движения воды.....	23
Глава 3. Расчёты давления воды на плотины и плоские затворы, а также расчеты равномерного, неравномерного и неустановившегося движения воды.....	30
3.1. Определение силы гидростатического давления на поверхности (плотины, затворы, плотинные подъемные устройства).....	30
3.2. Расчет установившегося движения воды в трубах и каналах.....	36
3.3. Определение и расчёт коэффициента сопротивления.....	45
3.4. Расчёт неустановившегося движения воды.....	55
3.4.1. Гидравлико-морфометрические характеристики русел рек.....	55
3.4.2. Выбор расчетного участка.....	57
3.4.3. Гидравлико-морфометрические характеристики участков реки. ....	58
3.5. Расчет неустановившегося движения на участках реки Паша и канала Широкий.....	60
3.6. Порядок задания исходной информации. Выдача результатов на печать.....	61
3.7. Проведения расчета неустановившегося движения воды на выбранных объектах и анализ полученных результатов.....	64
Выводы.....	70
Заключение.....	71
Список литературы.....	72
Приложение.....	73

## **Введение.**

Целью дипломной работы был расчет равномерного, неравномерного движения воды при проектных изысканиях и неустановившегося движения воды в руслах и каналах. Неустановившееся движение исследовалось для природных объектов. Определялся интервал изменения коэффициента сопротивления для различных объектов, находящихся в разных зонах формирования стока.

Расчет неустановившегося движения при помощи численного моделирования позволяет в выбранной расчетной области с любым расчетным шагом получить характеристики потока, измененные во времени и в пространстве, которые сложно определяются в натурных условиях: уровень и расход воды, скорость течения. В этом заключается перспективность рассмотренного метода при решении многих практических вопросов. Но необходимо помнить о "подводных камнях" и связаны они в основном с коэффициентом сопротивления, задаваемым в модели, по этой причине в работе отведены отдельные главы по его расчёту и анализу.

Таким образом, можно определить задачи работы:

- Сбор, анализ и определение параметра сопротивления, описание объектов для которых определялись коэффициенты
- Проведение расчётов равномерного и неравномерного движения воды при проектных изысканиях
- Создание информационной базы для моделирования неустановившегося движения воды: сбор, анализ и систематизация данных по уровням, расходам воды, гидравлико-морфометрическим характеристикам выбранных створов, реки Паша и канала Широкий.
- Систематизация исходной информации, занесение ее в оболочку модели.
- Проведение расчетов по неустановившемуся движению воды, и анализ полученных результатов.

Работа состоит из 3-х глав, введения и заключения. В конце работы приведён список использованной литературы и приложения.

В 1-й главе приведена физико-географическая и гидрологическая характеристика объектов исследования: бассейнов реки Паша и канала Широкий. А так же физико-географическая и гидрологическая характеристика рек Териберка, Кица, Ура, Кола, Лотта, Дон, Енисей, Сосна, выбранных для более детального определения интервала изменения коэффициента сопротивления в различных условиях формирования стока.

Вторая глава состоит из трех частей: в первой части рассмотрены некоторые теоретические аспекты связанные с методиками расчета гидравлических задач для

проектных организаций. Во второй части рассмотрены наиболее часто используемые методы определения коэффициента сопротивления. В третьей части рассмотрены некоторые теоретические аспекты неустановившегося движения воды в реках; здесь приведены основные определения и уравнения, описываются задачи и основные методы расчёта неустановившегося движения.

Третья глава целиком посвящена расчётам и содержит в себе всю информационную базу для моделирования.



## **Глава 1. Физико-географическое описание объектов исследования.**

### **1.1. Физико-географическое описание бассейна реки Паша, ее гидрологические особенности.**

Территория бассейна р.Паша на западе примыкает к Ладожскому озеру, на севере граничит с республикой Карелия.

Паша, левый приток Свири, берет начало на западном склоне Вепсовской возвышенности из Пашозера и впадает в Свирь на восьмом километре от её устья. Площадь водосбора р.Паша 6650 км<sup>2</sup>.

В верховьях реки абсолютные высоты повышаются от 30-40 до 70-100 м. В среднем течении Паши рельеф представляет равнину размытой основной морены. Абсолютные высоты на западе 25-30 м, на востоке – до 80 – 100 м.

В нижнем течении - Приладожская низина, рельеф которой представлен плоскими террасами, поднимающимися от озера уступами высотой 10-30 м.

Бассейн реки Паши характеризуется умеренно-тёплым климатом с неустойчивой погодой.

Климат устьевой части Паши, расположенной на территории Нижне – Свирского ландшафта, испытывает смягчающее влияние Ладожского озера. Территория Пашско-Сясьского ландшафта, где проходит среднее течение Паши, отличается более суровым климатом, что выражается в большей продолжительности холодного периода, более низких зимних температурах. В верховьях Паши наиболее континентальные климатические условия с суровой зимой.

Климатические показатели для бассейна реки Паша: средняя температура января: -10.40С, июля: 16.30С, продолжительность безморозного периода – 120 дней; среднегодовое количество осадков – 570мм, выпадающих в большинстве своем летом и осенью.

В бассейне Паши густая и разветвленная гидрографическая сеть. Паша берет начало в Пашозере - одном из самых глубоких в области.

Средний уклон реки - 0,47 м/км, длина - 242 километра, ширина у истока - 10 метров, а у села Паша - 255 метров. Русло большей частью песчаное, местами каменистое, на порогах галька с валунами или плиты известняка. Берега в основном высокие. У Паши разветвленная сеть притоков.

В верховьях ширина русла колеблется от 20 до 50 метров. Здесь Паша принимает первые из крупнейших притоков – Явосьму и Капшу. Далее река становится все более

полноводной. Ниже по течению река Паша широко разливается.

По мере приближения к устью уклон русла уменьшается, течение замедляется. Впадает Паша в Свирь, здесь вместе с Оятью они образуют обширную заболоченную дельту. Пойма лишь частично заливается во время половодья.

Река Паша является равнинным водотоком, для которого характерно смешанное питание с преобладанием снегового.

В годовом водном режиме выражены следующие фазы: весеннее половодье, летне-осенняя межень, прерываемая дождевыми павордками, короткий осенне-зимний период с несколько повышенной водностью и зимняя межень.

За период весеннего половодья по реке Паша проходит в среднем 48-54 % от величины годового стока. Половодье обычно начинается в конце первой декады апреля практически одновременно по всей длине реки. Пик половодья в среднем проходит 26-29 апреля. Крайние сроки прохождения половодья – 8 апреля и 15 мая. Спад половодья обычно сопровождается до конца первой декады июня. Сроки окончания половодья в отдельные годы могут наблюдаться на 15-20 суток позднее или раньше средней даты окончания половодья. Продолжительность весеннего половодья изменяется от 39-80 суток в верхнем течении реки до 48-87 суток в нижнем течении, в среднем составляет 57-67 суток. После прохождения половодья устанавливается летне-осенняя межень, как правило, прерываемая дождевыми паводками. Меженный период обычно продолжается до октября. В октябре-ноябре на реке наблюдается нарушение стока за счёт осенних дождей. В конце ноября – начале декабря наблюдается зимняя межень, которая продолжается до конца первой декады апреля. Характерный гидрограф для реки Паша для года средней водности представлен на рисунке 1.

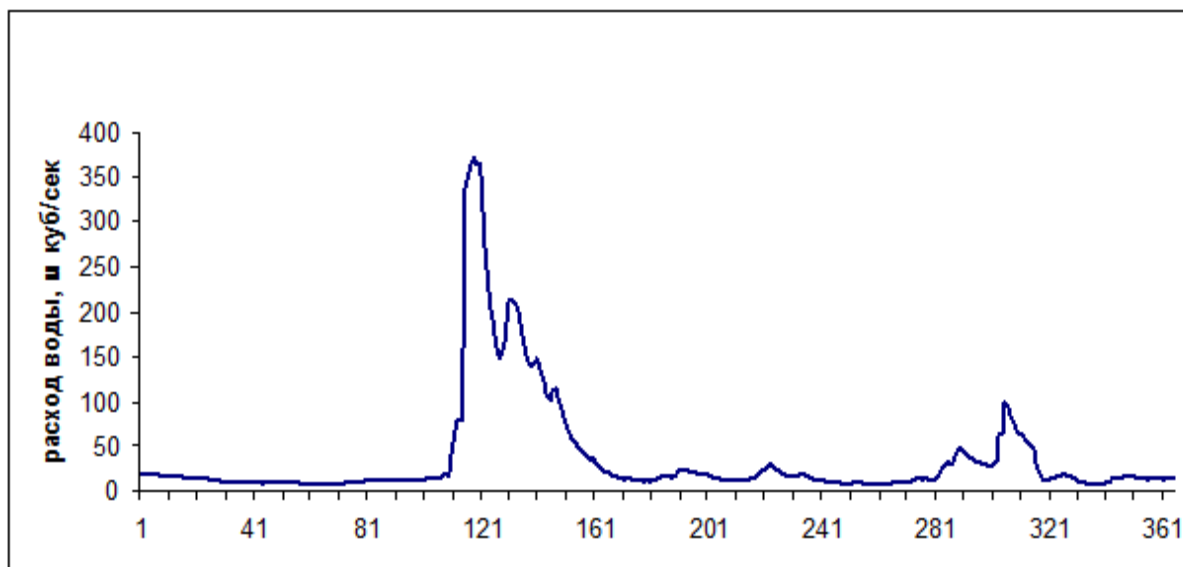


Рис.9.2.2. гидрограф реки Паша, д. Дуброво, 1970 год.

Ледостав на реке в среднем устанавливается в конце ноября – начале декабря и продолжается до конца второй декады апреля. Продолжительность ледоставного периода изменяется от 82 суток до 188 и в среднем составляет 140-150 суток. Максимальная за зиму толщина льда обычно наблюдается в конце марта и в среднем составляет 0,75-0,85 м.

Вскрытие реки обычно происходит в конце второй декады апреля. Полное очищение реки ото льда обычно происходит в пятой пентаде апреля. Общая продолжительность периода с ледовыми явлениями изменяется от 130 до 198 суток и в среднем составляет 162-167 суток.

Основная часть годового стока проходит в весенний период (50-55 %), в летне-осенний или навигационный составляет около 30 %, а в зимний – 20 % годового.

Для расчета неустановившегося движения на реке Паша из ряда лет с различной водностью были выбраны маловодный год, год средней водности и многоводный: 1965г., 1970г., 1966г соответственно.

## **1.2. Физико-географическое описание бассейна канала Широкого, его гидрологические особенности.**

Несколько последних лет принесли с собой серьезные наводнения и прорывы искусственных водозащитных дамб в Ставропольском крае.

Большой Ставропольский канал– магистральный канал на Северном Кавказе, основной элемент крупнейшей в России Ставропольской обводнительно-оросительной системы, расположенной в бассейнах рек Кубань, Терек и Кума. Проектная площадь обводнения 2,5–3 млн. га.



Рис.1. Большой Ставропольский канал

Большой Ставропольский канал (БСК) берет начало от Головного водозабора Усть-Джегутинского водохранилища на Кубани, проходит между предгорьями Кавказского хребта и Манычской впадиной, заканчивается у Чограйского водохранилища на р. Калаус и Кумо-Манычского канала. Проектная длина БСК 480 км, максимальная пропускная способность 180 м<sup>3</sup>/с. В настоящее время открыто 4 очереди канала суммарной протяженностью около 325,5 км (включая подземные тоннели и дюкеры). Канал самотёчный. Назначение: обеспечение водой районов Ставрополья для орошения; водоснабжение Невинномысского промышленного района и курортов Минеральных Вод; гидроэнергетика, рыбное хозяйство. На БСК

построены 6 ГЭС, 1 ГАЭС, более 50 крупных гидротехнических сооружений, тоннелей, дюкеров, ливнепропускных труб. По проекту из БСК планировалось орошать более 71,8 тыс. га.

Характеристики:

Пропускная способность — 180 м<sup>3</sup> воды в секунду.

Площадь орошения 718 тысяч гектаров (около 9 процентов территории края).

На 36 тысячах гектаров орошаемых земель увеличение урожая в 3 раза.

Распределитель канал «Широкий».

Протяженность — 67 километров.

Площадь обводнения — 275 тысяч гектаров.

Подтопление территории в районе г. Есентуки происходит при расходе равном 20м<sup>3</sup>/с.

### **1.3. Физико-географическое описание бассейнов рек выбранных для определения коэффициента сопротивления.**

Коэффициент сопротивления является наиболее трудноопределяемым параметром, так как функционально зависит от вычисляемых характеристик, таких как скорость, глубина наполнения русла и расход воды. Член сопротивления входит в уравнения неравномерного и неустановившегося движения также как и для равномерного движения воды. По этому для разных объектов, находящихся в разных природных зонах был рассмотрен интервал изменения коэффициента шероховатости, который был получен по имеющимся данным измеренных расходов воды.

Для определения коэффициента сопротивления мною были выбраны 8 рек: Териберка, Кица, Ура, Кола, Лотта, Дон, Енисей, Сосна. Данные реки находятся в разных районах Российской Федерации и соответственно имеют различные отличия как в морфометрии, так и в стокоформирующих особенностях.

Расположение гидрологических створов рек: Териберка, Кица, Ура, Кола, Лотта,



Дон, Енисей, Сосна, по данным которых велись расчеты представлены на рисунке 2.



Рис.2. Расположение гидрологических створов.

Река Териберка - пос.Териберка. Пост расположен в 4 км ниже поселка. Прилегающая местность крупнохолмистая. Долина V-образной формы с крутыми, слаборассеченными склонами, высотой 100-120 м, сложенными хрящеватыми грунтами, покрытыми ягельным мхом. Русло реки умеренно извилистое, порожи́стое, устойчивое. Небольшая пойма на левом берегу затопливается при уровне 350 см над нулем графика.

В 2.6 км выше и в 120 м ниже основного водпоста наблюдается образование донного льда и зажоров.

Водомерный пост расположен на левом берегу в 120 м выше водопада Падун, состоит из свай, двух реперов и самописца уровня воды, который установлен в

сентябре 1967 г. в 270 м выше водпоста.

Высота нуля графика 8.88 м БС.

Балтийская система высот принята на посту с 1963 г. Высоты переданы в 1962 г. нивелировкой ГУГК IV кл., протяжением 2.0 км от ск.репера №949 Пкл., расположенного в 4.4 км к ЮВ от пос.Териберка, в 400 м от водопада Падун, в 250 м к ЮЗ от устья р.Мучка, с высотой 35.959 м БС.

Река Кица - ст.Лопарская. Пост располагается в 4 км к ЮВ от железнодорожной станции, в 400 м ниже моста автодороги Мурманск-Оленегорск.

Прилегающая местность холмистая. Долина реки ящикообразная, шириной 120-150 м. Правый склон долины крутой, не рассеченный, высотой около 10 м, левый - умеренно крутой; высотой 5 м. Русло реки прямолинейное, неразветвленное. Берега крутые, высотой 1-1,5 м; правый - песчаный, местами каменистый; левый - хрящеватый, частично заболоченный. пойма двусторонняя шириной 30-40 м, начинает затопливаться при уровне 120 см над нулем графика. Дно реки не деформируется.

В 120 м выше и в 150 м ниже водпоста характерны интенсивные образования донного льда, образуются зажоры, а весной в отдельные годы - заторы льда.

Водомерный пост расположен на левом берегу, состоит из свай, двух реперов и самописца уровня воды, который установлен в 1966 г. в 6 м выше створа поста.

Высота нуля графика 100.26 м БС.

Балтийская система высот принята на водпосту с 1952 г. Высоты переданы нивелировкой IV кл. МУГМС, протяженностью 2 км от марки №1682 ГГУ в вылуке, на 1403-м км Октябрьской железной дороги с высотой 85.406 м БС.

До 16.08.1960 г. водомерный пост был расположен на правом берегу, в 41 м выше существующего, в пределах одного плесового участка. вследствие незначительной величины падения между старым и новым постами высотой нуля графика оставлена без изменения. Перенос поста не нарушил однородности ряда наблюдений над уровнем воды.

С августа 1960 г. уклонные посты расположены в 130 м выше и в 139 м ниже основного водпоста. Материалы наблюдений по уклонным постам до августа 1960 г. неполноценны.

Река Ура - с.Ура-Губа. Пост расположен в 2 км выше села. Прилегающая местность холмистая. Долина реки V-образной формы с крутыми склонами, высотой 80-100 м, поросшая низким березняком.

Русло реки умеренно извилистое, не разветвленное. Берга высотой от 4 до 8 м, крутые, местами обрывистые, супесчаные. Пойма на участке поста отсутствует. Ложе реки галечно-каменистое.

В 0.5 км ниже водпоста, на повороте реки расположен деревянный мост, у которого весной почти ежегодно образуются заторы льда. перед вскрытием ледяной

покров у моста взрывается. Характерно для участка поста интенсивное образование донного льда; в 350 м ниже водпоста образуются зажоры.

Водомерный пост расположен на левом берегу, состоит из свай, двух реперов и самописцев уровня воды, который установлен в мае 1967 г. в 130 м ниже основного водпоста.

Высота нуля графика 1.38 м БС.

Балтийская система высот принята на водпосту с 1960 г. Высоты переданы 9.09.1960 г. нивелировкой МУГМС от ск.репера № 2628 в 1.8 км к Ю от с Ура-губа, в 60 м к Ю от разветвления дорог Ура-Губа - Мурманск-Чан-Ручей, на правом берегу реки против водпоста, с высотой 16.37 м БС, полученной нивелировкой Шкл. (по справке Военно-топографической службы).

Уклонные посты расположены в створе основного водпоста и в 130 м ниже его.

Река Кола - 1429 км Октябрьской ж/д. Пост расположен в 0,7 км южнее рзд.Выходной.

Прилегающая местность крупнохолмистая, долина реки ящикообразная, террасированные, слаборассеченные, поросшие смешанным лесом, русло реки умеренно извилистое, не разветвленное.

Берега высотой 8-10 м. крутые, местами обрывистые, осыпающиеся сложены супесчаными или суглинистыми грунтами. Пойма на участке поста отсутствует. По обоим берегам наблюдается выход грунтовых вод.

В 3,3 км.и в 1 км. ниже водпоста в отдельные годы образуются заторы льда и зажоры.

Водомерный пост расположен на плесовом участке, на левом берегу, состоит из свай, двух реперов и самописца уровня воды, который установлен в 0,42 км.нижеводпоста в октябре 1965 г.

Высота нуля графика 23,41 м БС.

Балтийская система принята на посту с 1943 г. Высоты переданы нивелировкой IVкласса МУГМС от репера №2080 чуг.марки, зацементированный в уступе скалы, на 1428 км Октябрьской ж/д. с высотой 29,538 м БС.

Река Лотта - пос.Каллокоски. расположен в 400 м выше порога, в 450 м к ЮВ от метеостанции.

Прилегающая местность холмистая с невысокими до 20-25 м, пологими холмами и обширными низменными заболоченными участками оз и камов. долина реки неясно выраженная, изобилует старицами, заболоченными озерами.

Русло слабоизвилистое неразветвленное. Дно песчаное с хорошо выраженными грядами. На участке поста частично деформируется. Берега устойчивые, правый высотой 3-4 м, левый - 3-2,5 м.

Вся окружающая местность поросла зрелым сосновым лесом; береза и ольха

встречаются только на берегу реки.

В 400 м ниже водпоста зимой наблюдаются полыньи и образуются небольшие зажоры.

Водомерный пост свайного типа.

Высота нуля графика 105,02 м БС.

Река Енисей - пос.Базаиха. Пост расположен в 200м выше ручья Гремячий и в 30 км от Красноярской ГЭС. Местность, прилегающая к речной долине, крупнохолмистая, расчленена логами и оврагами, правобережная часть поросла смешанным лесом. Ширина долины 1,5—2км, склоны крутые, высотой 150-200м. Правобережный склон порос смешанным лесом, левобережный—открытый. Пойма правобережная, шириной 0,5-0,6 км, затопляется при уровне воды 750—800см.

Русло прямолинейное, песчано-галечное, устойчивое. Берега крутые, высотой 9—10 м, галечные. В период весеннего ледохода у ж.-д. моста бывают небольшие заторы льда. Зашугованность русла в отдельные годы достигает 40—50%.

До 14/XI 1959 г. пост находился на правом берегу, состоял из свай и жел.-бет. репера № 5 КУГМС 1948 г. с высотой 145,178 м БС в створе водпоста. Высота получена нивелировкой IV кл. от марки б/№ Гл. шт. 1903 г. с высотой 148,312м БС.

Высота нуля графика 134,48м БС.

14/XI 1959 г. пост перенесен на левый берег, на 0,5км ниже б. поста.

Новый водпост находится на левом берегу, состоит из свай и 2 жел.-бет. реперов, вбуренных в скалу, в створе водпоста. Основной репер №1 КУГМС 1959 г. с высотой 144,830 м БС, контрольный репер № 2 КУГМС 1959 г. с высотой 142,507 м БС. Высоты получены нивелировкой IV кл. КУГМС в 1959 г. от ст. репера № 109 ГКХ с высотой 145,008м БС в цоколе разгрузочной будки мелькомбината; длина связующего хода 1 км, невязка 0,002м.

Высота нуля графика осталась прежней (134,48м БС).

Река Дон - ст.Раздорская. Станция расположена в нижнем конце станицы. Водпостсвайный, находится на правом берегу. Основным репером служит чугунная винтовая свая РУГМС 1942 г., с отметкой 11,728 м(Б. м.), на правом берегу в 68 м выше водпоста. Потайной репер РУГМС 1949 г. (рельс), с отметкой 9,194 м (Б. м.), также на правом берегу в 7 м ниже водпоста. Исходным служил репер МПС 1916 г., с отметкой 24,147 м (Б. м.), на правом берегу у нижней окраины станицы. В 1942 г. репер МПС уничтожен.

Отметка нуля графика 1,29 м (Б. м.).

Верхний уклонный водпост находится в 53 м выше, нижний — в 947 м ниже основного водпоста. Температура воды измерялась в створе основного водпоста в 4 мот правого берега, толщина льда также в створе основного водпоста на середине реки и у берега. Единичные пробы воды для определения мутности и химического состава



брались в гидростворе № 1 на 0,5 ширины реки, пробы для определения механического состава наносов и отложений—также в гидростворе № 1.

Гидроствор № 1 расположен в 447 м ниже, гидроствор № 3 — в 53 м выше основного водпоста. Расходы воды измеряются с лодки. В гидростворе 1 на левом берегу имеется свайный водпост.

В 25 км выше основного водпоста находится Кочетовская плотина со шлюзом, оказывающая влияние на режим уровня на участке станции.

Река Сосна - г.Елец. Станция расположена в южной части города. Водпост свайный, находится на левом берегу. Основной репер — рельс-№ 2 МУГМС 1935 г., с отметкой 119,040 м (абс.), на левом берегу в створе водпоста. Отметка реперу № 2 передана от марки № 100 Горкомхоза, с отметкой 129,794 м (абс.), в стене здания Райвоенкомата. Берега довольно крутые, песчаные. Русло чистое.

Отметка нуля графика 107,10 м (абс.).

Температура воды измеряется в створе водпоста у левого берега, толщина льда — также в створе водпоста у берега и на середине реки.

Пробы воды для определения химического состава брались в створе водпоста на 0,5 ширины реки, а для определения мутности за 1—30/IV — в гидростворе № 3, а за остальное время года—в гидростворе № 1. Гидроствор № 1 совмещен со створом водпоста, гидроствор № 3 находится в 375 м ниже водпоста.

Русло реки слабо деформирующееся, зарастающее у берегов

### **Гидравлико-морфометрические характеристики русел рек.**

Задание параметров для расчета коэффициента шероховатости русла осуществляется на основе натурных данных, точность и содержание которых зависит от самой специфики расчета и от целей, который перед ним поставлены. В расчётные параметры для метода Шези-Маннинга входят: площадь водного сечения, расход воды, средняя глубина реки и уклон водной поверхности.

Натурные данные исследуемых постов позволили осуществить расчеты с целью приближенной количественной оценки такого параметра, характеризующего гидравлические сопротивления, каким служит величина коэффициента шероховатости "n" в зависимости Шези-Маннинга. При этом внимание уделялось самому сопротивлению поверхности дна русла и сопротивлению нижней поверхности ледового покрытия. Для расчетов были использованы такие виды натурной информации как, сведения об осредненных гидравлических и геометрических характеристиках потока и русла в створах водпостов, обычно получаемые при определении стока рек.

Информация была заимствована из гидравлических ежегодников и полевых книжек по измерениям расходов воды на водпостах, находящихся в ведении территориальных Управлений по гидрометеорологии и контролю природной среды.

## Глава 2. Методы расчёта давления воды на плотины и плоские затворы, а также методы расчета равномерного, неравномерного и неустановившегося движения воды

Давление жидкости, действующее на площадь конечных размеров называется суммарным гидростатическим давлением или просто силой гидростатического давления.

Давление жидкости действует на некоторую плоскую фигуру площадью  $F$ , расположенную наклонно к горизонту под углом  $\alpha$  (рис.3). Поверхность, лежащая в плоскости  $Oy$  (ось  $Ox$  перпендикулярна к плоскости рисунка, а ось  $Oy$  направлена вниз по наклонной плоскости), на рисунке проектируется в виде прямой  $AB$ .

Повернем фигуру вокруг оси  $Oy$  на  $90^\circ$ ; ось  $Ox$  займет новое положение. При этом рассматриваемая плоская фигура будет изображена без искажения (см.рис.4). Будем считать, что фигура имеет неправильную произвольную форму.

На основании свойства, что гидростатическое давление всегда нормально к площадке, воспринимающей его, и направлено по внутренней нормали, т. е. изнутри жидкости, можем утверждать, что во всех точках площади  $F$  давление жидкости будет направлено по внутренней нормали к стенке. Отсюда заключаем, что суммарное гидростатическое давление  $P$ , действующее на произвольную плоскую поверхность площадью  $F$ , будет также направлено по нормали (см.рис. 3). [12]

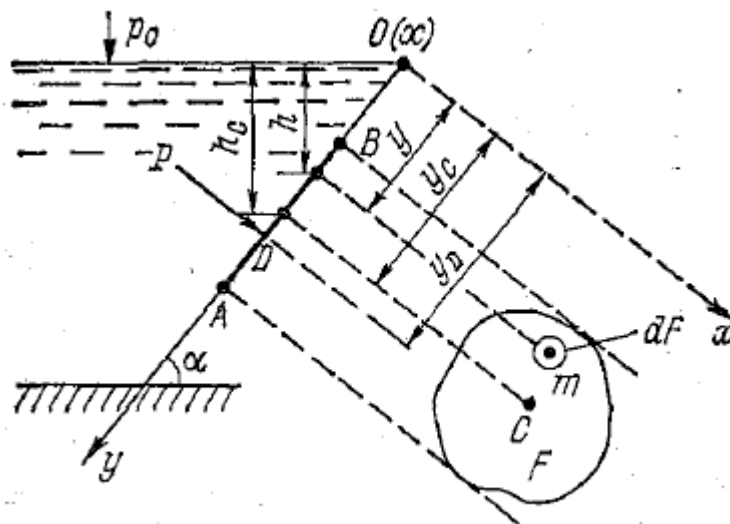


Рис.3. Давление жидкости на плоскую наклонную фигуру.

Сила гидростатического давления жидкости на плоскую горизонтальную поверхность равна:  $P = (P_0 + \gamma \cdot h) \cdot \omega$  где:  $P_0$  - внешнее давление;  $h$  - глубина погружения точки;  $\gamma$  - удельный вес жидкости;  $\omega$  - смоченная площадь фигуры. В случае манометрического давления мы не учитываем внешним давлением, тогда:

$$P = \gamma \cdot h \cdot \omega$$

Сила давления на плоскую, произвольно ориентированную, фигуру имеет слегка измененный вид, а именно:  $P = P_0 * \omega + \gamma * h_c * \omega$  где:  $h_c$  - глубина погружения центра тяжести смоченной фигуры. Опять же, сила манометрического давления:  $P = \gamma * h_c * \omega$

Точка приложения или центр давления можно вычислить по следующей формуле:  $Y_d = Y_c + e = Y_c + I_o / (\omega * Y_c)$  где:  $Y_c$  - центр тяжести,  $Y_c = h_c * \sin \theta$   $e$  - эксцентриситет,  $I_o$  - момент инерции

Уравнение Бернулли является фундаментальным уравнением гидравлики, оно устанавливает самую общую связь между давлением в жидкости и скоростью движения частиц жидкости.

С помощью этого уравнения выводится значительное количество расчетных формул и решаются многие инженерные задачи, связанные с расчетами турбулентного движения воды в трубах и открытых руслах.

Уравнение Бернулли  $(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g})$  относилось к идеальной жидкости, т. е. к случаю, когда трением в жидкости, а следовательно, и силами сопротивления, пренебрегали. В различных практических расчетах движения жидкости инженеру приходится обращаться с жидкостью реальной (вязкой), обладающей рядом свойств, которые не учитываются при использовании понятия об идеальной жидкости.

Реальная вязкая жидкость характеризуется наличием сил трения, которые возникают при ее движении и вызывают гидравлические сопротивления. Благодаря работе сил трения часть механической энергии жидкости переходит в тепло, которое рассеивается. Переход части механической энергии жидкости в тепло происходит при всяком движении реальных жидкостей. В соответствии с законом сохранения энергии количество теряемой механической энергии в точности равно количеству возникающей взамен тепловой энергии. Так как количество тепла, выделяемого движущейся жидкостью, невелико, то мы его не замечаем.

Та часть механической энергии, которая превратилась в тепло, уже не может быть использована. Поэтому ее называют потерями энергии.

Благодаря непрерывному переходу механической энергии в тепломеханическая энергия всякого потока реальной жидкости вниз по течению убывает. Таким образом, если мы рассмотрим два сечения элементарной струйки реальной жидкости, то придем к заключению о том, что удельная энергия в нижележащем сечении струйки будет меньше удельной энергии в вышележащем сечении на величину энергии, потерянной единицей массы жидкости на пути от одного сечения до другого. Обозначим эту

потерянную удельную энергию через  $h_\omega$ . Тогда уравнение Бернулли для любых двух сечений элементарной струйки реальной жидкости можно написать в виде:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 * \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 * \frac{V_2^2}{2 * g} + h_\omega$$

где:  $Z$  - геометрическая высота (расстояние от некоторой горизонтальной плоскости сравнения до рассматриваемого живого сечения струйки);  $P/\gamma$  - пьезометрическая высота или гидродинамическое давление;  $\alpha * \frac{V^2}{2 * g}$  - скоростной напор;  $h_\omega$  - потери напора. Сумма всех членов:  $Z + \frac{P}{\gamma} + \alpha * \frac{V^2}{2 * g}$  - есть полный напор,  $Z + \frac{P}{\gamma}$  - потенциальный напор, который является одинаковым для всех элементарных струек пересекающих определенное сечение.

Что касается потерь напора ( $h_\omega$ ), то они представляются как:  $h_\omega = h_l + h_z$  где:  $h_l$  - потери напора по длине,  $h_l = \lambda * l * \frac{V^2}{d * 2 * g}$ .  $h_z$  - потери напора местные,  $h_z = \xi * \frac{V^2}{2 * g}$  где:  $\lambda$  - коэффициент гидравлического трения;  $l$  - длина участка;  $d$  - диаметр,  $d = 4 * R$ ;  $R$  - гидравлический радиус,  $R = \frac{\omega}{X}$ ;  $\omega$  - площадь поперечного сечения;  $X$  - смоченный периметр;  $\xi$  - коэффициент местного трения.

Для определения скорости в сечении используется уравнение неразрывности:

$$Q = \omega_1 * V_1 = \omega_2 * V_2 = \dots = \omega_n * V_n = const$$

В инженерной практике неравномерное движение воды в открытых руслах встречается значительно чаще, чем равномерное.

Неравномерным движением называется такое движение, характеристики которого зависят от выбора координат, т. е. изменяются по длине потока. При этом работа сил тяжести не уравнивается работой сил трения и равенство гидравлического уклона и уклона дна водотока нарушается. Оно может быть вызвано: 1) либо изменением живого сечения по длине потока; 2) либо при постоянном живом сечении изменением распределения скоростей и ускорений в соответственных точках разных живых сечений; 3) либо изменением и того и другого одновременно.

Всякое сооружение, построенное в русле (плотина, мост и т. п.), всякие более или менее значительные изменения уклона дна и профиля русла вызывают изменения гидравлических характеристик (глубин, скоростей и др.) вдоль потока, и движение становится неравномерным. В целях облегчения расчетов рассматриваемый участок реки часто разбивают на отдельные более мелкие участки небольшой длины, в пределах которых гидравлические характеристики потока не меняются, и

рассчитывают эти участки по формулам равномерного движения. Но далеко не во всех случаях мы имеем право это делать.

Помимо этого, искусственные сооружения, возводимые на реках (каналах), всегда сопровождаются такими участками каналов(переходами), где равномерное движение с физической точки зрения просто невозможно: например, русло с горизонтальным дном или русло с обратным уклоном дна и пр.

$$I = \alpha * \frac{d}{ds} * \left( \frac{v^2}{2g} \right) + \frac{v^2}{C^2 R}$$

Это уравнение и является первой формой основного дифференциального уравнения неравномерного движения .

Если учесть зависимость для пьезометрического уклона:

$$I = i - \frac{dh}{ds}$$

Таким образом имеем:

$$i - \frac{dh}{ds} = \alpha * \frac{d}{ds} * \left( \frac{v^2}{2g} \right) + \frac{v^2}{C^2 R}$$

## 2.1. Определение параметров сопротивления.

В связи с тем, что шероховатость русла установившегося потока должна находиться в некоторой зависимости от уклонов, глубин и скоростей, рядом исследователей делались попытки построения формул для расчета средней скорости течения без использования числа, характеризующего строение русла (коэффициент шероховатости). Действительно, река сама прорабатывает себе русло, производит размыв дна и берегов до тех пор, пока процессы размыва и отложения наносов не приходят в состояние некоторого взаимного равновесия, а это значит, что соотношение между глубинами и уклонами для каждой реки соответствует размываемым ею грунтам. В природе почти не встречается потоков с бурным течением в песчаном грунте или рек со спокойным течением, текущих в скалах или каменных грядках. Это вполне естественно, так как быстрое течение, легко размывая песчаный грунт, создало бы большие глубины и сильную извилистость русла в плане и тем самым уменьшило бы уклон реки, т. е. привело бы его в соответствие с характером грунтов.

В настоящее время опубликовано около 20 таблиц для определения коэффициентов шероховатости. Однако более половины из них предназначены для расчетов потоков в различных искусственных сооружениях (трубопроводах, лотках, каналах и др.) и не могут быть использованы при расчетах потоков в речных руслах.

Для расчетов последних в настоящее время используются только 4-5 таблиц, в частности, таблицы М.Ф. Срибного и И.Ф. Карасева, Дж. Бредли и В.Т. Чоу. К сожалению, описательные характеристики сопротивлений русел и пойм в этих таблицах довольно часто не совпадают, особенно, если сравнивать отечественные и зарубежные таблицы. Несмотря на это, представляет большой интерес сравнение и хотя бы приближенная оценка составляющих интегральную величину коэффициента шероховатости. Такая оценка была выполнена в РГГМУ.

Оценка доли каждого из составляющих интегрального коэффициента шероховатости выполнена Н.Б. Барышниковым в 1976 г. на основе анализа общеизвестных таблиц М.Ф. Срибного, В.Т. Чоу и Дж. Бредли. К сожалению, в то время И.Ф. Карасевым еще не была опубликована составленная им таблица коэффициентов шероховатости. Однако приведенные в ней значения коэффициентов шероховатости, по существу, уточняют аналогичные значения, приведенные в таблице М.Ф. Срибного. Поэтому полученные выводы могут быть распространены и на таблицу Карасева. При этом получены довольно интересные результаты, характеризующие вес отдельных видов гидравлических сопротивлений в общем сопротивлении русел и пойм. Однако отметим, что в этих таблицах имеются существенные расхождения в оценке влияния различных факторов. Например, для «слабо меандрирующего русла» по сравнению с призматическим по Срибному  $Al = 0,002$ , по Чоу - соответственно 0,005-0,012, т.е. в 2,5-6 раз больше. Для поймы поправка на “легкий кустарник, деревья” по Срибному составляет 0,05, по Бредли 0,07-0,125, а по Чоу 0,015-0,045, т.е. также отмечаются довольно большие расхождения. В какой-то степени это объясняется недостаточной точностью описательной характеристики гидравлических сопротивлений и значительным различием в объеме используемой исходной информации.

Одной из главных проблем речной гидравлики является расчет средних скоростей русловых потоков, который основан на определении величины гидравлических сопротивлений. Так, в середине XVIII в. французский инженер А. Шези, обобщив данные наблюдений на больших реках Франции (Сене, Гароне и др.), предложил формулу для расчета средних скоростей течения в виде:

$$V = 50 * \sqrt{R * I}.$$

Впоследствии эта формула была несколько преобразована и получила название формулы Шези (по фамилии ее автора):

$$V = C * \sqrt{R * I}, \text{ или}$$

$$V = C * \sqrt{h * I},$$

где  $C$  - коэффициент Шези, в основном зависящий от сопротивления русла, которое, как указывает К.В. Гришанин, зависит от трех факторов: вязкости жидкости, относительной шероховатости стенок и изменения формы сечения по длине [9]. Следует отметить, что это далеко не полный перечень факторов, к которым также можно отнести растительность, изгибы русла, ледовые образования и др. Даже такой перечень этих факторов указывает на сложность проблемы расчетов гидравлических сопротивлений и необходимость использования их интегральных характеристик.

В связи с тем, что коэффициент Шези зависит от большого количества факторов, возникла необходимость разработки формул для определения его величины. Одними из первых за решение этой проблемы экспериментальным методом взялись А.Дарси, а впоследствии П.Базен. На основе анализа обширных экспериментальных данных. Базен предложил формулу для определения коэффициента Шези, получившую довольно широкое распространение:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{y}{\sqrt{R}}}$$

где  $y$  — коэффициент шероховатости, значение которого определялось по описательной характеристике русел и соответствующим таблицам. В настоящее время эта формула имеет лишь историческое значение.

Примерно в то же время (1869 г.) швейцарские инженеры Е. Гангиле и В. Кутгер предложили для определения коэффициента Шези формулу, в основу которой был положен коэффициент шероховатости, отличный от предложенного Базеном коэффициента  $y$ , в виде:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \frac{\left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) * n}{\sqrt{R}}}$$

Данная формула была основана на результатах более 1200 измерений параметров как речных, так и лабораторных потоков и сопровождалась соответствующей таблицей для определения коэффициентов шероховатости. Значения последних в ней изменялись от 0,008 до 0,056. Как видно, в данной формуле помимо гидравлического радиуса и коэффициента шероховатости, введен уклон водной поверхности. Однако его влияние незначительно [4].

Формула Гангиле-Куттера получила широкое распространение особенно в европейских странах, но впоследствии была вытеснена формулой американского инженера ирландского происхождения Р. Маннинга (1889 г.):

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n} \text{ или } C = \frac{R^y}{n}$$

В 20 веке в СССР была разработано около 200 различных формул для определения коэффициента Шези. Здесь надо отметить труды Н.Н.Павловского, который после анализа данных натурных измерений на европейских и американских реках пришел к выводу о том, что показатель степени в формуле Маннинга должен быть переменным. В результате он предложил формулу для определения коэффициента Шези:

$$C = \frac{R^y}{n} \text{ или } C = \frac{h^y}{n}$$

$$y = 1.5 * \sqrt{n} \text{ при } h < 1 \text{ м;}$$

$$y = 1,3 * \sqrt{n} \text{ при } h > 1 \text{ м.}$$

Также необходимо сказать о формуле Агроскина, которая имеет достаточно небольшие погрешности[14]. И часто используется в гидравлических расчётах:

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 * \lg R$$

Методы расчета, основанные на определении приведенного коэффициента шероховатости.

Для определения расходов в зимний период, существует достаточно большое количество способов и приемов, базирующихся на использовании понятия приведенного коэффициента шероховатости  $n_{пр}$ , как функции шероховатости русла  $n_d$  и нижней поверхностью ледяного покрова  $n_l$ . Это позволяет для условий закрытого льдом потока вводить в уравнение движения приведенное значение коэффициента Шези –  $C_{пр}$ .

Зависимость для определения  $n_{пр}$  можно разделить на три группы.

К первой группе относятся зависимости, основанные на формуле Шези:

а) формула средневзвешенного коэффициента шероховатости;

$$n_{пр} = \frac{n_d * p_d + n_l * p_l}{p_d + p_l}$$



где  $p_{дирл}$  – периметры поперечных сечений русла и нижней поверхности ледяного покрова;

б) формула Н.Н.Павловского:

$$C_c = C_d * C_l * \sqrt{\frac{1 + a}{a * C_d^2 + C_l^2}}$$

где  $C_d$  и  $C_l$ —коэффициенты Шези для частей потока, подверженных воздействию различной шероховатости ( $n_d$  и  $n_l$ ) ;  $a = X_o/X_l$ ;  $X_o$  и  $X_l$  - смоченные периметры дна русла реки и ледяного покрова соответственно. Для расчета приведенного коэффициента шероховатости он рекомендует формулу:

$$n_c = \sqrt{\frac{n_d^2 + a2 * n_l^2}{1 + a}}$$

Используемые зависимости не могут быть оправданы из-за равенства  $R=h$  и предположения нахождения максимума скорости в середине вертикали, что не наблюдается в действительности [3];

в) формула Г.К.Лоттера-В.Б.Дульнева:

$$n_{пр} = \frac{R_{пр}^{\frac{5}{3}}}{\frac{a1 * R1^{\frac{5}{3}}}{n_d} + \frac{a2 * R2^{\frac{5}{3}}}{n_l}}$$

$$C_{пр} = \frac{a1 * C_d * R1^{\frac{3}{2}} + a2 * C_l * R2^{\frac{3}{2}}}{R_{пр}^{\frac{3}{2}}}$$

где:  $a1 = \frac{p_d}{p_d + p_l}, a2 = \frac{p_l}{p_d + p_l}$

Если предположить, что  $R_1 = R_2 = R_{пр}$  получим:

$$n_{пр} = \frac{1}{a1 * (n_d + a1) * n_l};$$

$$C_{пр} = a1 * C_d + a2 * C_l$$

В работе "Инженерная гидравлика потоков под ледяным покровом П.Н.Белоконь следующую предлагает использовать формулу приведенного радиуса:

$$R_{пр} = \frac{\omega}{p_d + p_l}$$

В работе отмечено, что эта формула является одной из наиболее точных, хотя большинство исследователей считает, что допущение  $R_1 = R_2 = R_{пр}$  является

неправомерным.

Ко второй группе относятся зависимости, основанные на учете распределения скоростей:

а) формула Н.Н.Белоконя, выведенная в предположении параболического распределения скоростей в верхнем и нижнем частях потока и их независимости:

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{д}} * (1 + \alpha^{1.5})^{0.67}$$

б) формула А.А.Сабанеева:

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{д}} * \left( \frac{1 + \alpha * \alpha^{\frac{2*\gamma+1}{2}}}{1 + \alpha} \right)^{\gamma + \frac{1}{2}}$$

где  $\alpha = \frac{n_{\text{л}}}{n_{\text{д}}}$ , а  $\gamma$  - показатель степени при R в формуле для коэффициента Шези.

Для широких русел обычно принимают  $X_{\text{л}} \sim X_{\text{д}} \sim B$ . Приведенный коэффициент Шези, согласно Белоконю, с последующими уточнениями А.А. Сабанеева определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{л}} * C_{\text{д}}}{\sqrt{0.5 * (C_{\text{л}}^2 + C_{\text{д}}^2)}}$$

а приведенный коэффициент шероховатости русла:

$$n_{\text{пр}} = 0.63 * n_{\text{д}} * \left( 1 + \left( \frac{n_{\text{л}}}{n_{\text{д}}} \right)^{\frac{3}{2}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Недостатком методики расчета Белоконя-Сабанеева является то, что она плохо работает при малых значениях глубин [3].

Коэффициенты Шези потоков под ледяным покровом и у дна Белоконь предлагает вычислять по формуле Маннинга, т.е.

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

средние скорости этих потоков - по формуле Шези, а гидравлические радиусы потоков - по формулам:

$$R_{\text{л}} = \frac{F_{\text{л}}}{X_{\text{л}}}$$

$$R_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}}}{X_{\text{д}}}$$

К третьей группе относятся зависимости, полученные на основе накопившихся в последние годы материалов лабораторных экспериментов, а также имеющихся, хотя и в ограниченном количестве, данных натурных исследований.

Как следует из приведенного обзора способов для определения  $n_{пр}$ , нельзя дать конкретных рекомендаций по их использованию для данного объекта и рассматриваемой задачи.

Самым распространённым способом является метод Шези-Маннинга, которого и будем придерживаться.

## **2.2. Методы расчёта неустановившегося движения воды.**

В настоящее время существует очень большое количество методов расчёта неустановившегося движения воды в открытых руслах. Подавляющее большинство методов можно разделить на две большие группы: строгие и упрощённые.

Строгие методы (детальные или гидродинамические) основываются на решении одномерной системы уравнений Сен-Венана. Уравнения выведены при определённых допущениях, в этом смысле предложенный термин “строгие” является условным. Однако другие варианты названия указанной группы методов представляются неудачными. Так, термин “детальные методы” нехорош тем, что детальные решения (полный расчёт неустановившегося движения воды) можно получить и с помощью упрощённых методов, производя соответствующие интерполяции между створами и во времени. Не следует называть эти методы и гидродинамическими, так как они основаны на решении системы одномерных, т.е., по существу, гидравлических уравнений.

Большинство строгих методов (методы сеток, метод характеристик) являются нелинейными. В этих методах система дифференциальных уравнений решается путём замены частных производных разностными отношениями и решения получающейся при этом системы алгебраических (разностных) уравнений. В линейных методах (волн малой амплитуды, превышений и др.) дифференциальные уравнения предварительно линеаризируются.

При использовании упрощённых (инженерных) методов система одномерных уравнений непосредственно не интегрируется и заменяется какой-либо упрощённой моделью явления, описываемой чаще всего обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями. Простота расчёта в этих моделях обычно связана с отказом от детального задания некоторых частей исходной информации (граничное

условие в замыкающем створе вообще не задаётся), а в ряде случаев – с сужением задачи расчёта (неполный расчёт неустановившегося движения воды, например, расчёт расходов воды только для фиксированного створа). Это, с одной стороны, приводит к неполному учёту влияния соответствующих частей информации на результаты расчёта, с другой стороны, даёт возможность выполнения расчётов в случаях, когда информации недостаточно для использования строгих методов. В строгих методах, т.е. при решении уравнений Сен-Венана, исходные данные тоже в какой-то степени схематизируются, однако здесь всегда отчётливо видно, что именно и как схематизировано или отброшено. Это облегчает выяснение погрешности расчёта.

Преимущества упрощённых методов заключается в простоте расчётов, меньшем наборе требующейся информации и в возможности быстро получить приближённое решение. Расчёты по этим методам часто производятся вручную или на компьютере.

Существуют и другие модели неустановившегося движения воды, выходящие за пределы названных групп. С одной стороны, это более сложные модели, чем одномерная; они не получили широкого распространения. С другой стороны, имеются модели, основанные на численном интегрировании неполных уравнений Сен-Венана (диффузионная волна, кинематическая волна). Такие модели занимают промежуточное положение между указанными группами методов.

В линейных моделях неустановившегося движения воды, описываемых линейными дифференциальными уравнениями в частных производных, исходные гидравлические и морфометрические характеристики задаются вдоль всего рассматриваемого участка реки. Поэтому такие модели называют линейными моделями с распределёнными параметрами. Эти модели, как и нелинейные методы, позволяют определить рассчитываемые характеристики потока на всём рассматриваемом протяжении реки. Поэтому те и другие методы, основанные на численном решении уравнений Сен-Венана, целесообразно объединять в одну группу строгих методов.

В моделях, описываемых линейными обыкновенными дифференциальными уравнениями, делается в той или иной форме предположение, что длина рассматриваемого участка мала по сравнению с длиной волны. Тогда можно пренебречь размерами этого участка и считать, что его характеристики сосредоточены в одной точке. Поэтому такие модели называют линейными моделями с сосредоточенными параметрами. В уравнениях, описывающих эти модели, независимой переменной является только время. Упрощённые методы расчёта, основанные на таких моделях, позволяют непосредственно рассчитать характеристики потока лишь в отдельных створах (в других створах их можно определить с помощью

интерполяции).

В ряде случаев, особенно в проектной практике, хотя это далеко не всегда оправдано, вообще обходятся без расчётов неустановившегося движения воды. При этом обычно ограничиваются лишь простейшим учётом запаздывания перемещения расходов воды вдоль водных объектов (участков рек и водохранилищ), а иногда и не учитывают их запаздывание. Учёт запаздывания необходим в тех случаях, когда время добегания близко к периоду осреднения расходов воды. Так, например, если время добегания вдоль рассматриваемого протяжения какой-либо крупной реки или системы водохранилищ составляет 5-10 суток, его нельзя не учитывать при определении средних недельных и декадных расходов воды (не говоря уже о среднесуточных), но нет необходимости учитывать его не только при определении среднегодовых или сезонных расходов воды, но даже и среднемесячных. В соответствии с этим учёт неустановившегося движения воды не нужен при долгосрочном и перспективном планировании и управлении водными ресурсами, но он в то же время необходим при оперативном планировании и управлении.

Выбор метода или даже группы методов расчёта неустановившегося движения воды для данной конкретной задачи зависит от ряда объективных обстоятельств: какая поставлена задача, каковы требования к точности её решения, от специфики объекта, имеющейся информации, её надёжности и точности и т.д. Однако играют роль и конкретные возможности данной организации: наличие соответствующей ЭВМ, алгоритмов и программ, количества и квалификации исполнителей расчёта и их предыдущий опыт. [11]

### **Уравнения Сен-Венана.**

В большинстве прикладных гидравлических расчётах неустановившегося движения воды в открытых потоках ограничиваются одномерной постановкой задачи, в которой поперечной и вертикальной составляющими скорости пренебрегают, а вместо распределения продольной составляющей по живому сечению рассматривают лишь среднюю по сечению продольную скорость потока  $V$  или расход  $Q$ . Имеются, правда, задачи, для решения которых такая модель недостаточна: движение воды в водохранилищах озёрного типа, эстуариях, течение по склонам речного бассейна. В таких случаях приходится решать двумерную, чаще всего плановую задачу. Однако решение таких задач обычно упирается в недостаточность и малую точность исходной информации. Более того, очень сложен ряд проблем, связанных с разработкой способов задания исходной информации для таких задач – он не решён до конца даже для

гораздо более простой одномерной задачи. Прежде всего, это относится к заданию гидравлических сопротивлений, которые для одномерного неустановившегося режима принимаются равными таковым для установившегося режима. Все эти причины, а также специфические трудности вычислительного характера, возникающие при применении одномерной задачи к объектам относительно большого протяжения (у которых продольный размер во много раз превышает поперечные размеры), как раз и приводят к отказу в большинстве случаев от неодномерных моделей. Одномерная модель применяется иногда и в океанологии для описания движения воды в узких заливах и эстуариях. Такая модель (уравнения мелкой воды) отличается от модели для речных условий (уравнений Сен-Венана) только другой формой выражения члена, характеризующего гидравлические сопротивления.

Дифференциальные уравнения неустановившегося движения воды в открытых руслах при наличии бокового притока имеют следующий вид:

$$I = i_0 - \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\alpha}{g} V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\beta}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V|V|}{C^2 R} + \frac{qV}{g\omega}$$

уравнение динамического равновесия (1.1)

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

уравнение неразрывности (1.2)

Независимыми переменными в уравнениях (1.1) и (1.2) являются координата  $x$  и время  $t$ , а их функциями – глубина  $h$  и средняя скорость  $V$ . При заданной форме русла площадь живого сечения  $\omega$  в рассматриваемом створе является известной функцией глубины, а расход  $Q$  определяется как произведение  $V$  и  $\omega$ ;  $C$  – коэффициент Шези,  $R$  – гидравлический радиус (для широкого открытого русла его можно заменить глубиной  $h$ ),  $g$  – ускорение свободного падения,  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, характеризующие неравномерность распределения скоростей по поперечному сечению,  $q$  – боковой приток на единицу длины.

В динамическом уравнении  $i_0$  – уклон дна,  $\partial h / \partial x$  – дополнительный уклон, связанный с изменением глубин по длине русла. Сумма этих членов даёт поверхностный уклон  $I$ . Первое слагаемое в правой части уравнения учитывает изменение скоростей по длине (отражает неравномерность течения). Этот член для рек обычно невелик и имеет значительную величину лишь в зонах резкого изменения сечения. Второе слагаемое справа – уклон, связанный с изменением скоростей во времени; он также обычно мал, кроме зоны резкого неустановившегося движения (вблизи ГЭС при попусках суточного регулирования). Первое и второе слагаемые – инерционные члены – учитывают влияние на неустановившееся движение скоростей

частиц воды, участвующих в нём. Третье слагаемое правой части – уклон трения, играет главную роль для речных бьефов.

Уравнения Сен-Венана выведены при следующих основных допущениях:

1. Рассматривается одномерное неустановившееся движение жидкости. Это означает пренебрежение поперечными и вертикальными составляющими скорости в открытом русле по сравнению с продольной составляющей. В частности, принимается, что центробежный эффект, обусловленный кривизной русла, пренебрежительно мал. При этом скорость течения принимается одинаковой во всём поперечном сечении. Указанное допущение означает также пренебрежение поперечным уклоном свободной поверхности воды (поверхность в любом сечении горизонтальна).
2. Движение принимается медленно изменяющимся, что позволяет не учитывать местные потери напора.
3. Применяется гипотеза длинных волн – глубина воды считается малой по сравнению с длиной волны (гипотеза мелкой воды). Это позволяет принимать гидростатический закон распределения давления по глубине, т.е. пренебрегать избыточным давлением за счёт ускорения воды в вертикальном направлении. При этом плотность воды принимается постоянной по сечению.
4. Силы сопротивления вводятся в уравнения в таком же виде, как и для равномерного движения. Сен-Венан не дал какого-либо определённого выражения для сил трения, хотя член трения, как таковой, фигурировал в уравнении динамического равновесия. По существу, это означало предположение, что суммарное влияние сил трения и турбулентности можно учесть включением в уравнение некоторой силы сопротивления.
5. Уклон дна принимается малым по сравнению с единицей.

Наиболее важны первые два допущения. При резких изменениях сечения (особенно в случае широкой поймы), при крутых изгибах и т.д. скорости могут быть существенно различными по ширине русла. Поэтому в таких случаях одномерная схема существенно упрощает явление, и возможность её применения требует специального рассмотрения. В других случаях (ледяной покров, шуга, заторы) скорости могут, кроме того, существенно различаться и по длине русла. Третье допущение практически всегда выдерживается. Четвёртое допущение является пока неизбежным ввиду отсутствия данных, которые позволили бы определить силы сопротивления при медленно изменяющемся одномерном неустановившемся движении иначе, чем приравнивая их таковыми для соответствующего равномерного движения. Наконец, пятое допущение

всегда справедливо для спокойных потоков, которые только и рассматриваются.

Кроме этих допущений, фактически принимается следующее: русло считается достаточно прямым, т.е. предполагается, что если его развернуть в прямую линию, это не вызовет серьёзных ошибок в вычислениях. При выводе уравнений Сен-Венана неявно вводится допущение, что при наличии бокового притока массы воды поступают в главное русло с берегов или из притоков с нулевой продольной скоростью; то же относится к оттоку воды из главного русла. [2]

### Схема Института гидродинамики.

В схеме Института гидродинамики СО АН СССР уравнения неустановившегося движения берутся в форме законов сохранения:

$$\frac{1}{g\omega} \left( \frac{\partial Q}{\partial t} + 2V \frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \left[ 1 - \left( \frac{V}{C} \right)^2 \right] \frac{\partial Z}{\partial x} = \left[ i_o + \frac{1}{B} \left( \frac{\partial \omega}{\partial x} \right)_{h=const} \right] \left( \frac{V^2}{C} \right) - \frac{Q|Q|}{K^2} \quad (1.3)$$

$$B \frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

Эти уравнения, несколько более громоздкие, чем уравнения (1.1) и (1.2), позволяют отчётливо представить влияние отношения  $V/C$  на явление. Они оказываются удобными для решения задач с разрывами исходных функций (прерывная волна). Счёт ведётся по неявной разностной схеме. Шаг  $\Delta x$  может быть различным для разных участков, шаг  $\Delta t$  может меняться в течение времени. Производные заменяются разностными отношениями:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \approx \frac{\tilde{Q}_n - Q_n}{\Delta t}, \quad \frac{\partial Z}{\partial t} \approx \frac{\tilde{Z}_n - Z_n}{\Delta t},$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{\tilde{Q}_{n+1} - \tilde{Q}_{n-1}}{2\Delta x}, \quad \frac{\partial Z}{\partial x} \approx \frac{\tilde{Z}_{n+1} - \tilde{Z}_{n-1}}{2\Delta x},$$

где  $\tilde{Q}$  и  $\tilde{Z}$  – искомые величины в верхнем слое, т.е. в момент  $t+\Delta t$ . Коэффициенты при производных берутся их  $n$ -й точки нижнего слоя, т.е. в момент  $t$ . Слагаемое  $Q|Q|/K^2$  берётся в точке из верхнего слоя с точностью до значений второго порядка малости (с помощью разложения в ряд Тейлора), что важно для устойчивости счёта.

Система разностных уравнений решается методом линейной факторизации, который чаще называют методом прогонки. В результате прямой и обратной прогонки получают значения  $Q$  и  $Z$  вдоль всего русла или системы русел для очередного расчётного интервала времени, т.е. выполняется расчёт очередного слоя.



Определение величин  $Q$  и  $Z$  для последней точки последнего участка производится на основе граничных условий, к которым добавляются граничные разностные уравнения. После этого производится обратная прогонка по соответствующим формулам.

Институтом гидродинамики была составлена компьютерная программа, которая предусматривала возможность расчёта одного русла без разветвлений или простейших схем русел: слияние двух русел или раздвоение одного русла. Программа позволяет учитывать боковой приток или отток, либо сосредоточенный в определенных сечениях (на границах расчётных участков)  $Q_{\text{прит.}} = f(t)$ , либо равномерно распределённый по длине участка  $q = q(t)$ . Сосредоточенный и распределённый приток или отток может изменяться по заданному закону в течение времени. Может быть задан также дополнительный аккумулирующий объём на границе двух участков.

Указанная программа, составленная А.Ф. Воеводиным, широко апробировалась в ГГИ расчетами, как для конкретных объектов, так и для гипотетических русел простейшей формы и позволила получить целый ряд интересных научных результатов. В дальнейшем в Институте гидродинамики программа была усовершенствована. Она позволяет рассчитывать более сложное русло, имеющее ряд притоков, которые в свою очередь имеют притоки второго порядка и т.д. – “древовидный граф”, а также русло с “кольцами” – река с дельтой, острова в реке и т.д. Один из вариантов этой программы предусматривает также возможность учёта так называемых “внутренних граничных условий” (гидроузлы, насосные станции).

### **Глава 3. Расчёты давления воды на плотины и плоские затворы, а также расчеты равномерного, неравномерного и неустановившегося движения воды.**

#### **3.1. Определение силы гидростатического давления на поверхности (плотины, затворы, плотинные подъемные устройства).**

В практике приходится определять силу гидростатического давления не только на плоские поверхности, но и на криволинейные поверхности любого вида. Особенно важно это для гидротехников, так как таким путем определяют силы, действующие на секторные, сегментные и вальцовые затворы водопропускных сооружений, на внутренние стенки водяных баков, трубопроводов ит.п.

В данных расчетах рассматриваются силы гидростатического давления и точки их приложения для расчета подъема затвора в верхнем и нижнем бьефов плотины.

Вычисляются силы давления на плоский прямоугольный затвор, нахождения центра давления и определения подъемного усилия.

Ведется расчет для канала с квадратным профилем сечения шириною в 4 м. В данном канале установлен затвор, толщиной 8 см., высота затвора составляет 3,5 м. При закрытом затворе образуется разница в уровнях, так что глубина воды в верхнем бьефе достигает отметки в 3 м., в нижнем - 1,2 м, удельный вес материала, из которого изготовлен затвор равен 1200 кг/м<sup>3</sup>, а коэффициент трения затвора о пазы -  $f = 0,5$ . Также для простоты расчета рекомендуется принять удельный вес воды равный 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Для нахождения давления в верхнем (P<sub>1</sub>) и нижнем (P<sub>2</sub>) бьефах, необходимо:

$$P_1 = \gamma * L_1 * \omega_1 = \gamma * \frac{h_1}{2} * h_1 * b = 1000 * \frac{3}{2} * 3 * 4 = 18000[\text{кг}]$$

$$P_2 = \gamma * L_2 * \omega_2 = \gamma * \frac{h_2}{2} * h_2 * b = 1000 * \frac{1,2}{2} * 1,2 * 4 = 2880[\text{кг}]$$

Равнодействующая сила давления (P), которая есть разница между давлениями в верхнем (слева) и нижних (справа) бьефах:

$$P = P_1 - P_2 = 18000 - 2880 = 15120[\text{кг}]$$

Расстояние от поверхности жидкости до центра давления левой силы (Y<sub>1</sub>), правой (Y<sub>2</sub>) и равнодействующей (Y):

$$Y_1 = L_1 + \frac{I_1}{L_1 * \omega_1} = L_1 + \frac{(b * h_1^3)/12}{L_1 * \omega_1} = 1,5 + \frac{4 * 3^3}{12 * 1,5 * 12} = 2[\text{м}]$$

$$Y_2 = L_2 + \frac{I_2}{L_2 * \omega_2} = L_2 + \frac{(b * h_2^3)/12}{L_2 * \omega_2} = 0,6 + \frac{4 * 1,2^3}{12 * 0,6 * 4,8} = 0,8 [\text{м}]$$

$$Y = \frac{P_1 \cdot Y_1 - P_2 \cdot Y_2}{P} = \frac{18000 \cdot 2 - 2880 \cdot 1.8}{15120} = 2,23 \text{ [м]}$$

Подъемное усилие определяется при известном весе затвора (F):

$$F = G \cdot V_z = G \cdot b \cdot H \cdot t = 1200 \cdot 4 \cdot 3,5 \cdot 0,08 = 1344 \text{ [кг]}$$

Начальное подъемное усилие (T) находится по следующей формуле:

$$T = F + P \cdot f = 1344 + 15120 \cdot 0,5 = 8904 \text{ [кг]}$$

Часто решаются задачи с наклонным затвором.

Затвор, плоский, прямоугольный, установлен под водой, имеет углом с основанием в 45 градусов. С левой стороны при закрытом затворе уровень воды поднимается до отметки в 5 метров, тем самым увеличивая расстояние между свободной поверхностью воды и верхней точкой затвора до 3 метров. С противоположной стороны уровень воды соответственно понижается и достигает отметки в 1,2 метра. Давление на свободной поверхности с обеих сторон затвора атмосферное, соответственно ширина затвора - 1 метр, удельный вес воды равен 9810 Н/м<sup>3</sup>.

Высоты щита на которые приходится давление слева (l<sub>1</sub>) и справа (l<sub>2</sub>):

$$l_1 = \frac{h_1 - h}{\sin \alpha} = 2,83 \text{ [м]}$$

$$l_2 = \frac{h_2}{\sin 45} = 1,7 \text{ [м]}$$

Центры тяжести слева (L<sub>1</sub>) и справа (L<sub>2</sub>) от затвора:

$$L_1 = l_1 + \frac{h}{\sin \alpha} = 2,83 + \frac{3}{\sin 45} = 5,66 \text{ [м]}$$

$$L_2 = \frac{l_2}{2} = 0,85 \text{ [м]}$$

Силы давления слева (P<sub>1</sub>) и справа (P<sub>2</sub>) от затвора:

$$P_1 = \gamma \cdot h_{ц1} \cdot \omega_1 = \gamma \cdot l_1 \cdot b \cdot (L_1 \cdot \sin 45) =$$

$$= 1000 \cdot 2,83 \cdot 1 \cdot 4 = 11320 \text{ [кг]}$$

$$P_2 = \gamma \cdot h_{ц2} \cdot \omega_2 = \gamma \cdot l_2 \cdot b \cdot (L_2 \cdot \sin 45) =$$

$$= 1000 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 0,6 = 1020 \text{ [кг]}$$

Соответственно, равнодействующая сила давления (P):

$$P = P_1 - P_2 = 11320 - 1020 = 10300 \text{ [кг]}$$

В данном случае расстояние от поверхности жидкости верхнего бьефа (уровень h<sub>1</sub>) до центра давления приложения левой силы (Y<sub>1</sub>) имеет более сложный вид, но посчитать его не должно составить труда:

$$Y_1 = L_1 + \frac{l_1}{L_1 \cdot \omega_1} = L_1 + \frac{(b \cdot l_1^3)/12}{L_1 \cdot b \cdot l_1} = 5,66 + \frac{1 \cdot 2,83^3}{12 \cdot 5,66 \cdot 1 \cdot 2,83} = 5,78 \text{ [м]}$$

Расстояние от поверхности жидкости нижнего бьефа (уровень  $h_2$ ) до центра давления правой силы ( $y_2$ ):

$$y_2 = L_2 + \frac{l_2}{L_2 \cdot \omega_2} = L_1 + \frac{(b \cdot l_2^3)/12}{L_2 \cdot b \cdot l_2} = 0,85 + \frac{1 \cdot 1,7^3}{12 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,7} = 1,13 \text{ [м]}$$

Для определения общего центра давления нужно привести расстояния к одному началу, а именно - поверхности жидкости в верхнем бьефе (уровень  $h_1$ ), таким образом, расстояние от поверхности жидкости верхнего бьефа до центра давления правой силы ( $Y_2$ ) равно:

$$Y_2 = y_2 + l_1 - l_2 + \frac{h}{\sin \alpha} = 1,13 + 2,83 - 1,7 + \frac{3}{\sin 45} = 6,5 \text{ [м]}$$

Расстояние от поверхности жидкости (уровень  $h_1$ ) до центра давления общий ( $Y$ ):

$$Y = \frac{P_1 \cdot Y_1 - P_2 \cdot Y_2}{P} = \frac{11320 \cdot 5,78 - 1020 \cdot 6,5}{10300} = 5,7 \text{ [м]}$$

Еще один случай, когда нужно провести расчёт реакции шарниров и крюков для плоского прямоугольного затвора. Некий плоский затвор прямоугольной формы установлен в русле реки шириной 2 метра, сверху поддерживается крюками, снизу - шарниром, глубина воды в верхнем бьефе при закрытом затворе составляет 3 метра, глубина воды в нижнем бьефе уменьшается до 1,5 метра, расстояние от верхней части затвора до верхнего бьефа составляет 0,5 метра, для расчёта удельный вес воды принять равным 9810 Н/м<sup>3</sup>.

В данном случае необходимо найти силу давления жидкости на затвор с левой ( $P_1$ ) и правой ( $P_2$ ) сторон и центры давления, соответственно  $Y_1$  и  $Y_2$ . Расчет для верхнего бьефа:

$$\omega_1 = b \cdot h_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$P_1 = \gamma \cdot l_1 \cdot \omega_1 = \gamma \cdot \frac{h_1}{2} \cdot \omega_1 = 9810 \cdot \frac{3}{2} \cdot 6 = 88290 \text{ [Н]};$$

$$Y_1 = \frac{2}{3} \cdot h_1 = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2 \text{ [м]}.$$

Расчеты с правой стороны от затвора (нижний бьеф):

$$\omega_2 = b \cdot h_2 = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ [м}^2\text{]};$$

$$P_2 = \gamma \cdot l_2 \cdot \omega_2 = \gamma \cdot \frac{h_2}{2} \cdot \omega_2 = 9810 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot 3 = 22072,5 \text{ [Н]};$$

$$Y_2 = \frac{2}{3} \cdot h_2 = \frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1 \text{ [м]}.$$

Равнодействующая сила давления ( $P$ ) и равнодействующая точка приложения силы ( $Y$ ):

$$P = P_1 - P_2 = 88290 - 22072,5 = 66217,5 \text{ [Н]}$$

$$Y = \frac{P_1 * Y_1 - P_2 * Y_2}{P} = \frac{88209 * 3 - 22072,5 * 1}{66217,5} = 2,33 \text{ [м]}$$

Уравнение моментов для расчета реакции в крюках (Rb) будет иметь следующий вид:

$$P_1 * (h_1 - Y_1) - P_2 * (h_2 - Y_2) - R_b * (h_1 + a) = 0;$$

Подставив данные получим:

$$R_b = \frac{P_1 * (h_1 - Y_1) - P_2 * (h_2 - Y_2)}{h_1 + a} = \frac{(88290 * (3 - 2)) - (22072,5 * (1,5 - 1))}{3 + 0,5} = 22072,5 \text{ [Н]}$$

Реакция для шарнира (Ra):

$$R_a = P - R_b = 66217,5 - 22072,5 = 44145 \text{ [Н]}$$

Плоский прямоугольный щит перекрывает донное отверстие, в данном случае проводится расчёт силы, необходимой для поднятия щита. закрывающего донное отверстие в плотин. Щит плоский прямоугольный, шириной 6 метров, угол наклона щита ко дну составляет 45 градусов. Высота щита рассчитана таким образом, чтобы в закрытом состоянии его высота составляла три четверти от глубины жидкости в верхнем бьефе, в данном случае - 16 метров, глубина воды в нижнем бьефе не должна опускаться ниже чем на половину от глубины воды в верхнем бьефе, иначе нужно открывать щит, который может поворачиваться вокруг оси, проецируемой в точку закрепления щита сверху (точка А). Удельный вес воды -  $\gamma = 9810 \text{ Н/м}^3$ .

Расчёт будет проходить по схожей с другими задачами схеме. Считаем силу гидростатического давления для верхнего бьефа (P1) и нижнего бьефа (P2), и суммарную (P) силу давления на щит, точку приложения силы давления слева (Y1), справа (Y2) и суммарную (Y), и определяем силу (Т), необходимую для поднятия щита.

Приведен рисунок 4.

Т.к. затвор установлен под углом и начальные данные зависят от верхнего бьефа, то их и нужно сосчитать в первую очередь.

$$h_2 = 0,5 * 16 = 8 \text{ [м]}$$

$$t = 0,75 * 16 = 12 \text{ [м]}$$

$$KO' = \frac{h_1}{\sin \alpha} = \frac{16}{\sin 45} = 22,63 \text{ [м]}$$

$$AO' = \frac{t}{\sin \alpha} = \frac{12}{\sin 45} = 16,97 \text{ [м]}$$

$$KB = BO' = \frac{h_2}{\sin \alpha} = \frac{8}{\sin 45} = 11,3 \text{ [м]}$$

$$KA = AB = \frac{KB}{2} = \frac{11,3}{2} = 5,65 \text{ [м]}$$

Центры давлений слева (L1) и справа (L2) от затвора:

$$L_1 = \frac{AO'}{2} + KA = \frac{11,97}{2} + 5,65 = 14,14 \text{ [м]} - \text{относительно ув1}$$

$$L_2 = \frac{BO'}{2} = \frac{11,3}{2} = 5,65 \text{ [м]} - \text{относительно ув2}$$

$$H_1 = L_1 * \sin \alpha = 14,14 * \sin 45 = 10 \text{ [м]} - \text{от ув1}$$

$$H_2 = L_2 * \sin \alpha = 5,65 * \sin 45 = 4 \text{ [м]} - \text{от ув2}$$

Теперь можно приступить к расчетам давления слева (P1), справа (P2) от затвора и общее (P):

$$P_1 = \gamma * H_1 * \omega_1 = 9810 * 10 * 16,97 * 6 = 9988542 \text{ [Н]}$$

$$P_2 = \gamma * H_2 * \omega_2 = 9810 * 4 * 11,3 * 6 = 2660472 \text{ [Н]}$$

$$P = P_1 - P_2 = 9988542 - 2660472 = 7328070 \text{ [Н]}$$

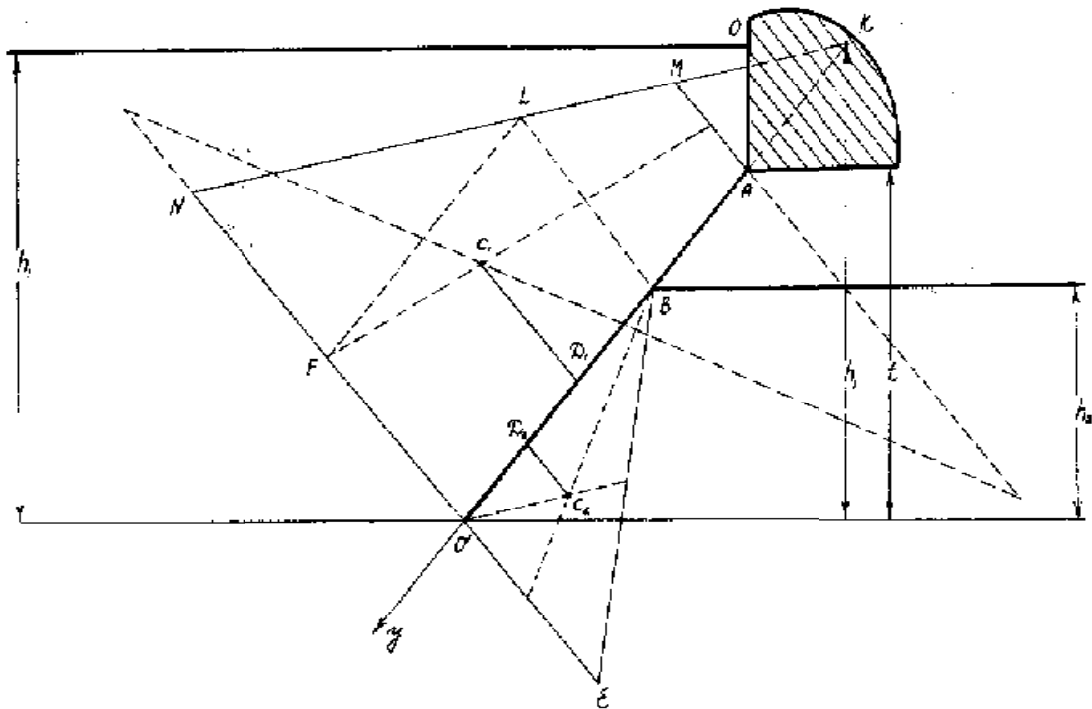


Рис. 4.

Точки приложений слева (Y1), справа (Y2) и общее (Y)\(Yo):

$$Y_1 = \frac{2}{3} * AO' = \frac{2}{3} * 22,63 = 15,08 \text{ [м]} - \text{от ув1}$$

$$Y_2 = \frac{2}{3} * BO' = \frac{2}{3} * 11,3 = 7,53 \text{ [м]} - \text{от ув2}$$

$$Y = \frac{P_1 * Y_1 - P_2 * Y_2}{P} = \frac{9988542 * 15,08 - 2660472 * 18,83}{7328070} = 13,72 \text{ [м]} - \text{от точки К}$$

$$Y_0 = Y - KA = 13,72 - 5,65 = 8,07 \text{ [м]} - \text{от точки А}$$

Для нахождения силы Т, необходимой для поднятия щита, составим уравнение моментов относительно точки А:

$$T * AO' = P * (AO' - Y_0)$$

Итого:

$$T = P * \frac{AO' - Y_0}{AO'} = 7328070 * \frac{16,97 - 8,07}{16,97} = 3843242,4 \text{ [Н]}$$

Расчет цента давлений для затворов разной формы. Имеем две идентичных по внешним условиям плотины, а именно: глубина погружения верхней кромки затвора равна 1 метру, нижней - 4 метрам, затворы наклонены под углом 60 градусов относительно дна. Но первый затвор является прямоугольным, а второй - треугольным. Оба имеют ширину равную 2 метрам

Раз внешние условия идентичны для обоих затворов, то найдем длины всех наклонных поверхностей:

$$l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin 60} = 1,15 \text{ [м]}$$

$$l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha} = \frac{4}{\sin 60} = 4,62 \text{ [м]}$$

$$l_3 = l_1 - l_2 = 4,62 - 1,15 = 3,47 \text{ [м]}$$

Расчет площади щита ( $\omega_1$ ), центра тяжести (L1):

$$\omega_1 = l_3 * b = 3,46 * 2 = 6,92 \text{ [м}^2\text{]}$$

$$L_1 = l_1 + \frac{l_3}{2} = 1,15 + \frac{3,47}{2} = 2,89 \text{ [м]}$$

Эксцентриситет (I1):

$$I_1 = b * \frac{l_3^3}{12} = 2 * \frac{3,47^3}{12} = 6,96 \text{ [м}^4\text{]}$$

Расчету центра давления (Y1):

$$Y_1 = L_1 + \frac{I_1}{\omega_1 * L_1} = 2,89 + \frac{6,96}{6,92 * 2,89} = 3,23 \text{ [м]}$$

Во втором случае действия буду выполняться в той же последовательности, только для треугольного затвора. Рассчитаем площадь щита ( $\omega_2$ ), найдем центр тяжести (L2), определим эксцентриситет (I2), рассчитаем центр давления (Y2):

$$\omega_2 = b * \frac{l_3}{2} = 2 * \frac{3,47}{2} = 3,47 \text{ [м}^2\text{]}$$

$$L_2 = l_1 + l_3 * \frac{2}{3} = 1,15 + 3,47 * \frac{2}{3} = 3,46[\text{м}]$$

$$I_2 = b * \frac{l_3^3}{36} = 2 * \frac{3,47^3}{36} = 2,32[\text{м}^4]$$

$$Y_2 = L_2 + \frac{I_2}{\omega_2 * L_2} = 3,46 + \frac{2,32}{3,47 * 3,46} = 3,65 [\text{м}]$$

### 3.2. Расчет установившегося движения воды в трубах и каналах.

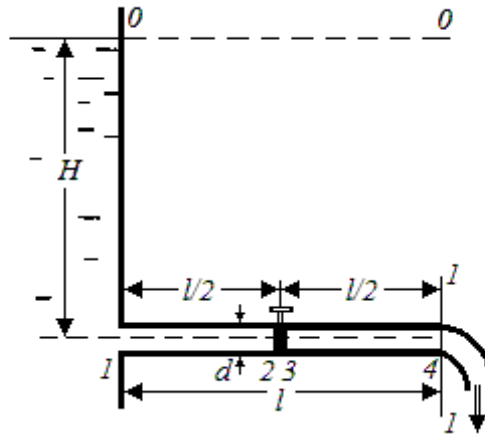


Рис.5.

Определение расхода воды в трубе, скорости течения и пьезометрического давления в точках №1 (начало трубы); 2 (перед краном); 3 (после крана); 4 (выход из трубы). Имеется резервуар, создающий полный напор равный 4 метрам, из него выходит короткая труба, длиной 50 метров и диаметром 10 см, коэффициент трения в кране и входной составляет = 0,5, вход в кран и выход равен удвоенному коэффициенту трения в кране.

Уравнение Бернули для сечений 0-0 и 1-1, беря за плоскость сравнения ось трубы, параллельную 0-0.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 * V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 * V_2^2}{2 * g} + h_w$$

Т.к. система является открытой, то гидродинамические давления можно приравнять,  $P_1/\gamma = P_2/\gamma = P_{ат}/\gamma$  и приравнивая начальную скорость к нулю, получаем:

$$H = \frac{V^2}{2 * g} + h_w \quad (1)$$

т.е. напор затрачивается на создание скорости и преодоления трения -  $h_w$ . Как было ранее сказано, потери напора складываются из местных потерь напора ( $h_z$ ) и потерь напора по длине ( $h_l$ )



$$h_w = h_l + h_{\xi} h_l = \lambda * l * \frac{V^2}{d * 2 * g} h_{\xi} = \Sigma \xi * \frac{V^2}{2 * g}$$

Подставим полученные потери по длине и по трению в формулу (1) получим:

$$H = \frac{V^2}{2 * g} + \lambda * l * \frac{V^2}{d * 2 * g} + \Sigma \xi * \frac{V^2}{2 * g} H = (V^2) * \frac{1 + \lambda * \frac{l}{d} + \Sigma \xi}{2 * g}$$

Находим скорость:

$$V = \left( 2 * g * \frac{H}{1 + \lambda * \frac{l}{d} + \Sigma \xi} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( 2 * 9,81 * \frac{4}{1 + 0,025 * \frac{50}{0,1} + 0,5 * 2 + 2 * 2 * 0,5} \right)^{\frac{1}{2}} = 2,18 \text{ [м/с]}$$

Расход воды в трубе.

$$Q = \omega * V = \pi * (d^2) * \frac{V}{4} = \pi * 0,01 * \frac{2,18}{4} = 0,017 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Пьезометрические давления в точках №1; 2; 3; 4 будут следующие:

№1) Принимаем напор равным H:

$$H = z + \frac{P_{ат}}{\gamma}$$

Тогда:

$$H + \frac{V_0^2}{2 * g} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2 * g} + h_w$$

В данном случае начальная скорость равна нулю и имеются только входные потери напора  $h_w = \xi * \frac{V^2}{2 * g}$ , следовательно:

$$H = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2 * g} + \xi * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = H - (V^2) * \frac{1 + \xi}{2 * g} = 4 - 2,182 * \frac{1 + 0,5}{2 * 9,81} = 3,636 \text{ [м]}$$

№2) Для данной точки составляем уравнение Бернули,  $ah_w = \lambda * \frac{l}{2} * \frac{V^2}{d * 2 * g}$ ,

учитываются только потери по длине, в результате получаем:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2 * g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V^2}{2 * g} + \lambda * \frac{l}{2} * \frac{V^2}{d * 2 * g}$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} - \lambda * \frac{l}{2} * \frac{V^2}{d * 2 * g} = 3,636 - 0,025 * \frac{50}{2} * \frac{2,182}{0,1 * 2 * 9,81} = 2,121 \text{ [м]}$$

№3) Аналогично для токи 3;  $h_w = \xi * 2,5 * \frac{V^2}{2 * g}$ , получаем:

$$\frac{P_3}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} - \xi * \frac{V^2}{2 * g} = 2,121 - 0,5 * 2,5 * \frac{2,18}{2 * 9,81} = 1,515 \text{ [м]}$$

№4) Для точки 4;  $h_w = \lambda * \frac{l}{2} * \frac{V^2}{d * 2 * g}$ , тогда:

$$\frac{P_4}{\gamma} = \frac{P_3}{\gamma} - \lambda * \frac{l}{2} * \frac{V^2}{d * 2 * g} = 3,515 - 0,025 * \frac{50}{2} * \frac{2,182}{0,1 * 2 * 9,81} = 0 \text{ [м]}$$

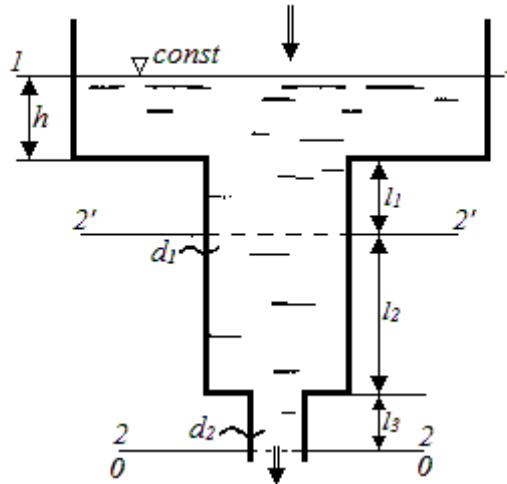


Рис.6.

Имеется резервуар, который представляет собой ступенчатую чашу с уменьшающимися диаметрами. Происходит равномерное истечение воды из резервуара и труб различного диаметра. Уровень в резервуаре поддерживается постоянным, глубина от уровня воды до сужения, до второй ступени, составляет 5 метров, длина всей второй ступени составляет 14 метров и ее диаметр составляет 150 миллиметров, расстояние от начала второй ступени до некой плоскости сравнения 2'-2' составляет 4 метра, высота всей третьей ступени от начала и до плоскости сравнения 0-0 равно 3 метрам, диаметр трубы 3 ступени составляет 100 миллиметров, произвольная точка (B) находится на плоскости сравнения 2'-2',  $\lambda = 0,02 + 0,0005/d$

Уравнение Бернули для сечений 2-2 и 1-1, беря 0-0 за плоскость сравнения.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 * V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 * V_2^2}{2 * g} + h_w$$

Т.к. система вновь является открытой, то  $\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_{at}}{\gamma}$  и приравняв начальную скорость к нулю получаем:

$$H = \frac{V^2}{2 * g} + h_w$$

$$H = h + l_1 + l_2 + l_3$$

$$h_w = \xi_{вх} * \frac{V_1^2}{2 * g} + \xi_{вп} * \frac{V_2^2}{2 * g} + \lambda_1 * (l_1 + l_2) * \frac{V_1^2}{2 * g * d_1} + \lambda_2 * l_3 * \frac{V_2^2}{2 * g * d_2} \quad (1)$$

Для нахождения скорости воспользуемся уравнением неразрывности и выразим расход:

$$Q = \omega_1 * V_1 = \omega_2 * V_2 = V_1 * \pi * \frac{d_1^2}{4} = V_2 * \pi * \frac{d_2^2}{4}$$

$$\text{Откуда:} \quad V_2 = V_1 * \left( \frac{\omega_1}{\omega_2} \right) = V_1 * \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

Вычислим  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ :

$$\lambda_1 = 0,02 + \frac{0,0005}{d_1/1000} = 0,02 + \frac{0,0005}{0,15} = 0,0233$$

$$\lambda_2 = 0,02 + \frac{0,0005}{2/1000} = 0,02 + \frac{0,0005}{0,1} = 0,025$$

Преобразуем уравнение (1):

$$h_w = \xi_{\text{вх}} * \frac{V_1^2}{2 * g} + \xi_{\text{вп}} * (V_1^2) * \frac{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4}{2 * g} + \lambda_1 * (l_1 + l_2) * \frac{V_1^2}{2 * g * d_1} +$$

$$+ \lambda_2 * l_3 * (V_1^2) * \frac{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4}{2 * g * d_2}$$

$$h_w = 0,5 * \frac{V_1^2}{2 * g} + 0,5 * (V_1^2) * \frac{\left(\frac{0,15}{0,1}\right)^4}{2 * g} +$$

$$+ 0,0233 * (4 + 10) * \frac{V_1^2}{2 * g * 0,15} + 0,025 * 3 * (V_1^2) * \frac{\left(\frac{0,15}{0,1}\right)^4}{2 * g * 0,1}$$

$$h_w = 12,389 * \frac{V_1^2}{2 * g}$$

Вычислим скорость  $V_1$ ,  $V_2$  и расход  $Q$ :

$$V_1 = \left( H * 2 * \frac{g}{1 + 12,389} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( 22 * 2 * \frac{g}{13,389} \right)^{\frac{1}{2}} = 5,67 \text{ [м/с]}$$

$$V_2 = V_1 * \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2 = 5,67 * 2,25 = 12,758 \text{ [м/с]}$$

$$Q = \omega_1 * V_1 = \pi * (d_1^2) * \frac{V_1}{4} = \pi * (0,15^2) * \frac{5,67}{4} = 0,1 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Для определения манометрического давления в точке "В" составляем уравнение Бернули для сечений 1-1 и 2'-2', за ось сравнения принимаем сечение 2'-2':

$$h + l_1 + \frac{P_{\text{ат}}}{\gamma} + \alpha * \frac{V_1^2}{2 * g} = z_{\text{в}} + \frac{P_{\text{в}}}{\gamma} + \alpha * \frac{V_1^2}{2 * g} + h_w$$

$$h_w = \lambda * l_1 * \frac{V_1^2}{2 * g * d_1} + \xi_{\text{вх}} * \frac{V_1^2}{2 * g}$$

Преобразовываем уравнение и получаем:

$$\frac{P_{\text{в}} - P_{\text{ат}}}{\gamma} = \left( h + l_1 - (V_1^2) * \frac{1 + \lambda * l_1 + \xi_{\text{вх}}}{2 * g} \right) * 9810 =$$

$$= \left( 5 + 4 - (5,67^2) * \frac{1 + 0,0233 * \frac{4}{0,15} + 0,5}{2 * g} \right) * 9810 = 54190,73 \text{ [Н/м}^2\text{]}$$

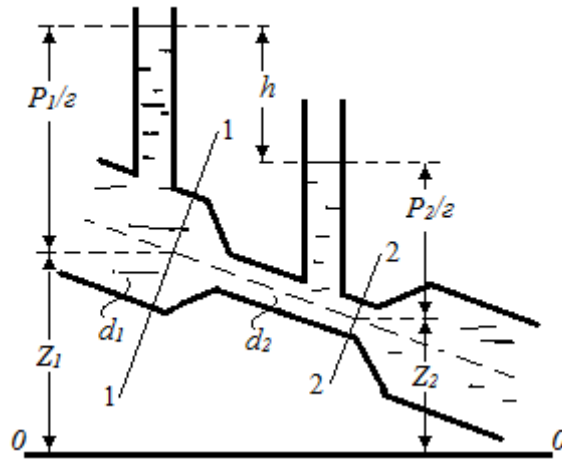


Рис.7.

Определение расхода жидкости, протекающей по трубопроводу. Имеется труба различных диаметров, наклоненная к плоскости сравнения 0-0 под неким углом, разность показаний пьезометров составляет 20 сантиметров, диаметр трубы с первым пьезометром равен 10 сантиметрам, диаметр трубы со вторым пьезометром - 5,6 сантиметра, при расчете потерь напора пренебречь сжатием струи в горловине трубы.

Относительно плоскости 0-0 составим уравнение Бернули для плоскостей 1-1 и 2-2:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_w$$

После, необходимо преобразовать уравнение согласно нашему рисунку, принимаем  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ , получаем:

$$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma}\right) - \left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}\right) = \frac{V_2^2}{2} - \frac{V_1^2}{2} = H$$

Чтобы выразить расход, воспользуемся уравнением неразрывности:

$$Q = \omega_1 V_1 = \omega_2 V_2 = V_1 \cdot \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} = V_2 \cdot \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} \quad (1)$$

Откуда:

$$V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right) = V_1 \cdot \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

Далее, имея все переменные можно сосчитать скорость:

$$H = \frac{V_1^2}{2g} - (V_1^2) \cdot \frac{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4}{2g}$$

$$V_1 = \left(2g \cdot \frac{H}{1 - \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(2 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,2}{1 - \left(\frac{0,1}{0,056}\right)^4}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,65 [\text{м/с}]$$

Расход жидкости, протекающей по трубопроводу:

$$Q = V_1 * \pi * \frac{d_1^2}{4} = 0,65 * \pi * \frac{0,1^2}{4} = 0,005[\text{м}^3/\text{с}]$$

Определение режима течения в канале.

Существует канал трапецеидального сечения и имеет следующие размеры: коэффициент откоса- 1,5, глубина воды -1,2 метра, ширина русла по дну - 3,8 метра, кинематический коэффициент вязкости равен 0,0101 см<sup>2</sup>/с, расход воды составляет 5,2 м<sup>3</sup>/с.

Для определения режима течения в канале нужно найти число Рейнольдса используя следующую формула:

$$Re = V * \frac{R}{\nu} \quad (1)$$

Но для нахождения гидравлического радиуса R необходимо найти:

а) Смоченный периметр:

$$X = b + 2 * h * (1 + (m^2))^{\frac{1}{2}} = 3,8 + 2 * 1,2 * (1 + (1,5^2))^{\frac{1}{2}} = 8,127 [\text{м}]$$

б) Площадь поперечного сечения:

$$\omega = (b + m * h) * h = (3,8 + 1,5 * 1,2) * 1,2 = 6,72[\text{м}^2]$$

Таким образом получаем одну из переменных формулы (1):

$$R = \frac{\omega}{X} = \frac{6,72}{8,127} = 0,83 [\text{м}]$$

Вычислить среднюю скорость:

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{5,2}{6,72} = 0,7738095[\text{м}/\text{с}]$$

Подставляем все имеющиеся данные в формулу (1) получаем:

$$Re = 0,77 * 0,83 * \frac{1000}{0,0101} = 63277,22$$

$Re = 63277,22 > Re = (300 ; 1200)$ ; Поскольку полученный нами результат в несколько раз превышает условную отметку в 1200, то можно смело можно сказать что движение турбулентное.

Определение режима течения воды и скорости, при котором которой произойдет смена режима (ламинарное / турбулентное). Имеется измерительный лоток глубиной 5 сантиметров, кинематический коэффициент вязкости равен 0,0131 см<sup>2</sup>/с. Режим течения воды определить при скорость 6 см/с.

Для определения режима течения воды уже имеются все переменные, так что после подстановки число Рейнольдсабудет следующим:

$$Re = V * \frac{h}{\nu} = 6 * \frac{5}{0,0131} = 2290$$

Т.к.  $R_e = 2290 > R_e = 1200$ ; то движение турбулентное.

Смена режима произойдет, если число Рейнольдса будет равно или меньше 300. В случае, если число больше 300, но меньше 1200, то говорить с полной уверенностью о смене режима не представляется возможным.

$$V_{кр} = R_e * \frac{v}{h} = 300 * \frac{0,0131}{5} = 0,8 \text{ [см/с]}$$

Нахождение потерь напора на определенную длину. Для решения используются формулы Манинга, Павловского и Агроскина.

Канал трапецеидального сечения с шириной по дну равной 8,5 метров, глубиной воды при равномерном движении 1,4 метра, расходом воды - 15 м<sup>3</sup>/с. Коэффициент откоса равен 1, коэффициент шероховатости принимается равным 0,025.

Формула потерь напора по длине:

$$h_T = (V^2) * \frac{1}{(c^2) * R} (1)$$

В формуле (1) используется гидравлический радиус, следовательно первыми действиями будут действия по нахождению площади поперечного сечения ( $\omega$ ) и смоченного периметра ( $\chi$ ):

$$\omega = (b + m * h) * h = (8,5 + 1 * 1,7) * 1,7 = 17,34 \text{ [м}^2\text{]}$$

$$\chi = b + 2 * h * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} = 5,2 + 2 * 1,7 * (1 + 1^2)^{\frac{1}{2}} = 13,31 \text{ [м]}$$

Находим гидравлический радиус - R:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{17,34}{13,31} = 1,3 \text{ [м]}$$

Из формулы расхода воды выражаем скорость - V:

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{15}{17,34} = 0,87 \text{ [м/с]}$$

Формулы Павловского, Агроскина и Шези-Маннинга будем использовать для определения наиболее сложно определяемого параметра из всех здесь представленных - коэффициента сопротивления.

По формуле Павловского:

$$c = \frac{R^y}{n} = \frac{1,3^{0,21}}{0,025} = 42,27; \quad y = 1,3 * (0,025^{\frac{1}{2}}) = 0,21$$

$$h_{T1} = (0,87^2) * \frac{1}{(42,27^2) * 1,3} = 0,326$$

По формуле Агроскина:

$$c = \left(\frac{1}{n}\right) + 17,72 * \lg R = \left(\frac{1}{0,025}\right) + 17,72 * \lg 1,3 = 42,04$$

$$h_{T2} = (0,87^2) * \frac{1}{(42,04^2) * 1,3} = 0,325$$

По формуле Шези-Маннинга:

$$c = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n} = \frac{1,36^{\frac{1}{6}}}{0,025} = 41,8$$

$$h_{т3} = (0,87^2) * \frac{1}{(41,8^2)*1,3} = 0,33$$

Часто решаются задачи, связанные с определением расхода воды в земляном русле трапецидального сечения покрытого льдом. Ширина по дну равна 5 метров, глубина русла составляет 1,3 метра, уклон русла- 0,0003, коэффициенты шероховатости дна и станок равен 0,025, льда - 0,012, коэффициент откоса равен 2.

Найдем площадь поперечного сечения  $\omega$ :

$$\omega = (b + m * h) * h = (5 + 2 * 1,3) * 1,3 = 9,88[m^2]$$

Смоченные периметры( $X_1$ )и ( $X_2$ ), который равен ширине поверху ( $B$ ):

$$X_1 = b + 2 * h * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} = 5 + 2 * 1,3 * (1 + 2^2)^{\frac{1}{2}} = 10,81[m]$$

$$X_2 = B = b + 2 * m * h = 5 + 2 * 2 * 1,3 = 10,2[m]$$

Поскольку скорость будет определяться через гидравлический радиус ( $R$ ), то находим его:

$$R = \frac{\omega}{X_1 + X_2} = \frac{9,88}{10,81 + 10,2} = 0,47 [m]$$

Отношение смоченных периметров ( $a_2$ ), которое будет необходимо для следующей формулы:

$$a_2 = \frac{X_2}{X_1} = \frac{10,2}{10,81} = 0,94$$

Коэффициент шероховатости средний ( $n_{cp}$ ):

$$n_{cp} = \left( \frac{n_1^2 + a_2^2 * n_2^2}{1 + a_2} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{0,025^2 + 0,94^2 * 0,012^2}{1 + 0,94} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,0197$$

Коэффициент сопротивления ( $c$ ) используя формулу Шези-Маннинга:

$$c = \frac{1}{n_{cp}} * R^y$$

$$y = 1,3 * (\sqrt{n_{cp}}) = 0,182$$

$$c = \frac{1}{0,0197} * 0,47^{0,182} = 44,31$$

Расход воды ( $Q$ ), протекающей в земляном русле трапецидального сечения покрытого льдом:

$$Q = \omega * c * (R * i)^{\frac{1}{2}} = 9,88 * 44,31 * (0,47 * 0,0003)^{\frac{1}{2}} = 5,2 [m^3/c]$$

Сложная проблема даже для расчета неравномерного движения это нахождение распределение расходов между руслом и поймой ( $t_p$  и  $t_n$ ). Площадь живого сечения русла составляет 420 квадратных метра, средняя глубина русла равна 3,5 метрам, площадь поймы составляет 800 квадратных метров, средняя глубина поймы - 1,6 метра, коэффициент шероховатости русла равен 0,025; поймы - 0,05 показатели степеней при расчете соотношения скорости в русле реки и на пойме:  $y_1 = 0,2$ ;  $y_2 = 0,25$

$$m = \frac{\omega_n}{\omega_p} = \frac{800}{420} = 1,9$$

$$\alpha_0 = \frac{V_p}{V_n} = n_n * \frac{h_p^{0,5+y_1}}{n_p * (h_n^{0,5+y_2})} = 0,05 * \frac{3,5^{0,7}}{0,025 * (1,6^{0,75})} = 3,379$$

$$t_p = \frac{Q_p}{Q_{\max}} = \frac{1}{1+(m/\alpha_0)} = \frac{1}{1+(1,9/3,379)} = 0,64$$

$$t_n = 1 - t_p = 1 - 0,64 = 0,36$$

Определение размеров (ширину по дну ( $b$ ), глубину ( $h$ ), смоченный периметр ( $X$ )) для гидравлически наивыгоднейшего трапецеидального сечения. Часто решаются задачи по определению гидравлического наивыгоднейшего сечения. Имеется: коэффициент сопротивления которого составляет 83,05, расход воды равен 24 м<sup>3</sup>/с, уклон дна русла - 0,0003 [%], коэффициент откоса - 1.

Ширина по дну ( $b$ ) для гидравлически наивыгоднейшего поперечного сечения:

$$b = 2 * h * \left( (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right)$$

Площадь поперечного сечения ( $\omega$ ), смоченный периметра ( $X$ ) и гидравлический радиуса ( $R$ ) определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \omega &= (b + m * h) * h = \left( 2 * h * \left( (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) + m * h \right) * h = \\ &= h^2 * \left( 2 * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= b + 2 * h * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} = \\ &= 2 * h * \left( (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) + 2 * h * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} = 2 * h * \left( 2 * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) \end{aligned}$$

$$R = \frac{\omega}{X} = \frac{h^2 * \left( 2 * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right)}{2 * h * \left( (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) + 2 * h * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{h}{2}$$

Выразим глубину ( $h$ ) через расход ( $Q$ ):

$$Q = \omega * c * (R * i)^{\frac{1}{2}} = h^2 * \left( 2 * (1 + m^2)^{\frac{1}{2}} - m \right) * c * \left( \frac{h}{2} * i \right)^{\frac{1}{2}} =$$



$$= h^2 * \left( 2 * (1 + 1^2)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) * 83,05 * \left( \frac{h}{2} * 0,0003 \right)^{\frac{1}{2}} = 1,86 * h^{\frac{5}{2}}$$

Остается подставить данные в предыдущие формулы и сосчитать:

$$h = \left( \frac{Q}{1,86} \right)^{\frac{2}{5}} = \left( \frac{24}{1,86} \right)^{\frac{2}{5}} = 2,78 \text{ [м]}$$

$$b = 2 * 2,78 * \left( (1 + 1^2)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) = 2,3 \text{ [м]}$$

$$X = 2 * 2,78 * \left( 2 * (1 + 1^2)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) = 10,17 \text{ [м]}$$

Это наиболее типичные задачи с которыми приходится сталкиваться

### 3.3. Определение и расчёт коэффициента сопротивления.

Для коэффициент сопротивления "С" было предложено множество различных формул, но в каждой из них присутствует коэффициент шероховатости "n". Именно данная составляющая является наиболее сложно определяемой и очень изменчивой, что усложняет гидрологические расчеты не только установившегося движения воды, но и неуставившегося, соответственно.

Для расчёта коэффициента шероховатости «n», используем формулу Шези, которая была представлена ранее:

$$V = C * \sqrt{R * I}$$

Где: R это гидравлический радиус и при практических расчетах с использованием приведенных формул значение гидравлического радиуса заменяется средней глубиной потока (H)

Формула Шези широко применяется для оценки средней скорости потока и при рассмотрении общих вопросов движения жидкости, она в основном полученная на основании теоретических соображений, включает в себя коэффициент С, который остается в ней неопределенным. Этот коэффициент по смыслу сделанных при выводе формулы Шези допущений должен учитывать потерю энергии на преодоление сил трения, зависящих от степени шероховатости и поперечных размеров русла.

Из ряда формул, предложенных для вычисления коэффициента С, наибольшим распространением пользуются формула Маннинга:

$$C = \frac{H^{\frac{1}{6}}}{n},$$

Произведя ряд преобразований, получим:

$$Q = \omega * \frac{H^{\frac{1}{6}}}{n} * \sqrt{H * I}$$

Показатель степени у Маннинга равен  $\frac{1}{6}$  и основан на обширном эмпирическом материале.

Выразим отсюда коэффициент шероховатости «n»:

$$n = \left( \frac{\omega}{Q} \right) * H^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}$$

Где:

$\omega$  — площадь водного сечения (м<sup>2</sup>)

Q — расход воды (м<sup>3</sup>/сек)

H — средняя глубина воды в русле (м)

I — гидравлический уклон

Известно, что при образовании ледяного покрова меняется характер движения потока. При этом возникает дополнительное сопротивление движению потока вследствие появления дополнительной шероховатости поверхности льда, отличной от шероховатости русла. Заметим, что при наличии льда рассматриваемое живое сечение вследствие дополнительного сопротивления будет пропускать меньший расход, чем в летний период. Поэтому будем разделять значения шероховатости на 2 периода: «Летний», когда русло свободно ото льда и «Зимний», когда присутствуют ледовые явления.

Имея алгоритм подсчёта коэффициента шероховатости, строятся таблицы значений, которые представлены в приложении 1. По данным, представленным в таблицах строятся графические зависимости коэффициента шероховатости от глубины, скорости, а также строятся графические зависимости модуля расхода от глубины (приложение 2).

Из данных расчётов и графиков рек было выяснено, что:

1) На реке Териберка в 1971 году, когда была относительная многоводность, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,026; во время вскрытого периода равен 0,008.

При средней водности в 1972 году, в период ледостава, коэффициент шероховатости в среднем равен 0,010; во время вскрытого периода равен 0,028.

В маловодный 1970 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,034; во время вскрытого периода равен 0,016.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,011, а в «зимнее» 0,029.

*Таблица 1.7. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.*

р.Ура - с.Ура-Губа 1965 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	4.99	26.8	0.42	37.8	0.71	0.016	0.171
2	лдст	4.24	27.6	0.36	37.8	0.73	0.017	0.218
3	лдст	6.21	29.7	0.4	38.1	0.78	0.017	0.167
4	лдст	5.74	32.1	0.44	38.5	0.83	0.013	0.178
5	лдст	4.63	32.8	0.34	38.6	0.85	0.016	0.254
6	лдст	6.85	32.4	0.4	38.6	0.84	0.018	0.179
7	лдст	4.12	32.8	0.3	37.8	0.87	0.043	0.15
8	лдст	3.99	34.3	0.3	38	0.9	0.049	0.177
9	лдст	5.46	29.1	0.33	38.2	0.76	0.086	0.13
10	лдст	5.63	26.8	0.34	37.9	0.71	0.093	0.116
11	лдст	5.5	34	0.3	38.6	0.88	0.043	0.118
12	лдст	4.12	32.8	0.3	37.8	0.87	0.043	0.15
13	лдст	6.85	32.4	0.4	38.6	0.84	0.018	0.179
14	св	23	41.7	0.55	39.7	0.98	0.019	0.078
15	св	32.4	33.2	0.98	38.6	0.86	0.021	0.042
16	св	20.1	26	0.77	37.7	0.69	0.017	0.042
27	св	32.1	30	1.07	38.6	0.87	0.086	0.025
18	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
19	св	14.7	18.5	0.58	36.5	0.51	0.043	0.017
20	св	16.3	21.3	0.67	36.8	0.58	0.056	0.022
21	св	18.2	23	0.62	36.4	0.49	0.086	0.023
22	св	15	17.9	0.61	36.5	0.49	0.043	0.015
23	св	17.2	16.3	0.5	36.2	0.45	0.031	0.01
24	св	17.3	26.9	0.44	36.2	0.47	0.031	0.017
25	св	13.9	18.9	0.3	35	0.37	0.031	0.012
26	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
27	св	27	28.4	0.95	37.9	0.75	0.016	0.035
28	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
29	св	22	28.4	0.95	37.9	0.75	0.016	0.043
30	лдст	19.4	25.1	0.8	38	0.77	0.017	0.045
31	лдст	18.4	54.6	0.42	42.2	1.3	0.010	0.112
32	лдст	8.95	45	0.28	40.1	1.12	0.010	0.171
33	лдст	9.84	33.2	0.42	38.6	0.86	0.015	0.118
34	лдст	7.93	29	0.44	38	0.76	0.018	0.129

2) В многоводный 1965 год на реке Кица в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,046; во время вскрытого периода равен 0,036.

В 1957 году в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,101; во время вскрытого периода равен 0,036. Это был маловодный год для этой реки.

В средневодный 1967 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,079; во время вскрытого периода равен 0,024.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,032, а в «зимнее» 0,075.

3) На реке Ура в 1965 году, когда была относительная многоводность, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,153; во время вскрытого периода равен 0,032.

При средней водности в 1968 году, в период ледостава, коэффициент шероховатости в среднем равен 0,084; во время вскрытого периода равен 0,025.

В маловодный 1970 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,123; во время вскрытого периода равен 0,027.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,028, а в «зимнее» 0,120.

4) На реке Енисей в 1941 году в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,156; во время вскрытого периода равен 0,073. Заметим, это был многоводный год.

В средневодный 1960 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,152; во время вскрытого периода равен 0,076.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,075, а в «зимнее» 0,154.

5) На реке Дон в 1940 году, когда была относительная многоводность, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,201; во время вскрытого периода равен 0,073.

При средней водности в 1950 году, в период ледостава, коэффициент шероховатости в среднем равен 0,145; во время вскрытого периода равен 0,107.

В маловодный 1962 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,130; во время вскрытого периода равен 0,076.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,085, а в «зимнее» 0,159.

6) В многоводный 1940 год на реке Сосна в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,096; во время вскрытого периода равен 0,075.

В 1950 году в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,092; во время вскрытого периода равен 0,076. Это был маловодный год для этой реки.

В средневодный 1955 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,064; во время вскрытого периода равен 0,062.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,071, а в «зимнее» 0,084.

7) На реке Кола в 1965 году, когда была относительная многоводность, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,159; во время вскрытого периода равен 0,027.

При средней водности в 1966 году, в период ледостава, коэффициент шероховатости в среднем равен 0,087.

В маловодный 1970 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,264; во время вскрытого периода равен 0,123.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,075, а в «зимнее» 0,175.

8) В многоводный 1965 год на реке Лотта в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,034; во время вскрытого периода равен 0,011.

В 1973 году в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,127; во время вскрытого периода равен 0,073. Это был маловодный год для этой реки.

В средневодный 1971 год, в период ледостава коэффициент шероховатости в среднем равен 0,148; во время вскрытого периода равен 0,042.

Среднее значение за 3 периода водности в «летнее» время равно 0,042, а в «зимнее» 0,103.

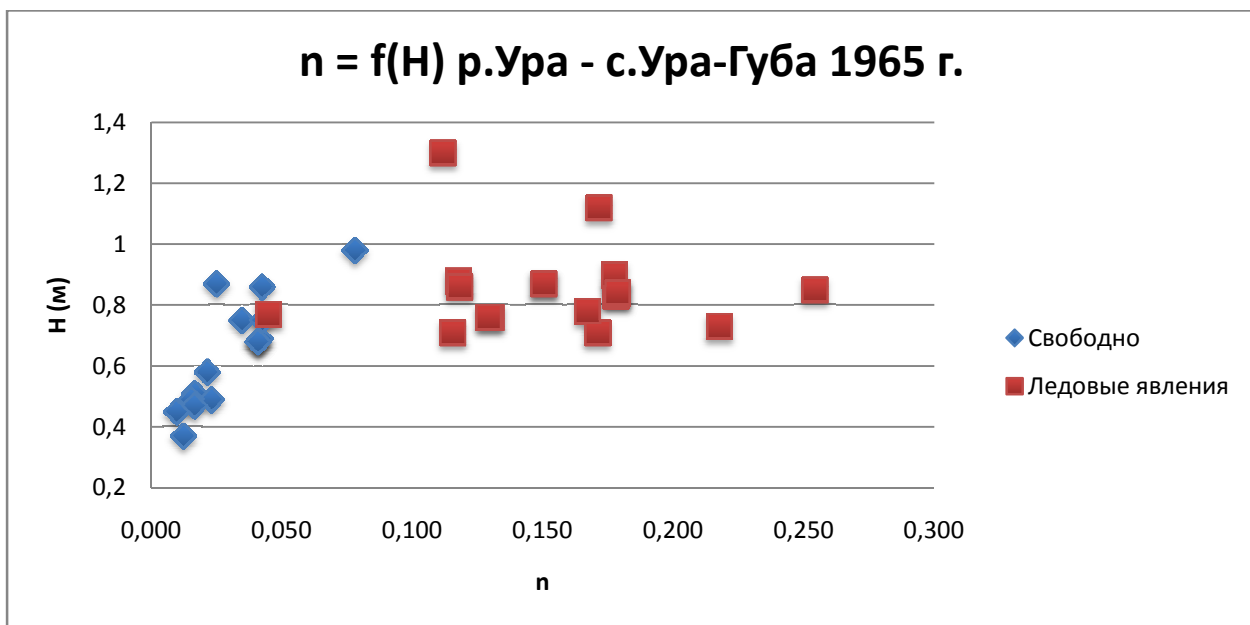


Рис.7.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.

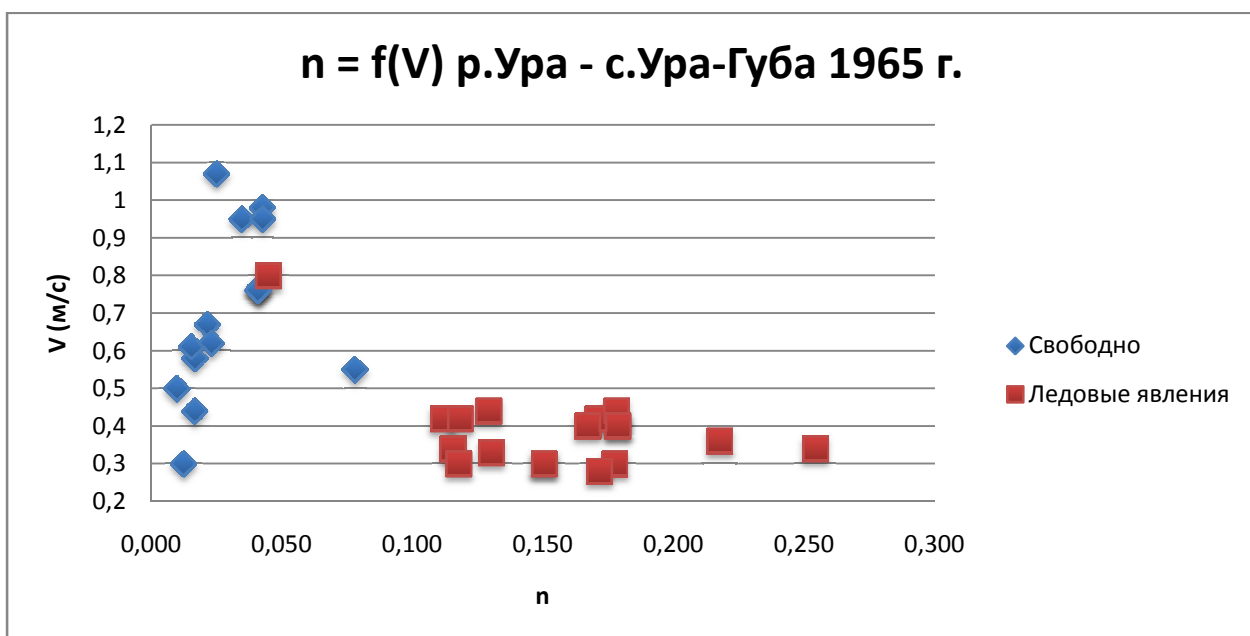


Рис.7.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.

На графиках зависимости коэффициента шероховатости от глубины реки и скорости течения прослеживается одна очень явная тенденция, а именно: коэффициент шероховатости в большей степени зависит от скорости течения реки и в меньшей глубины. Если сравнивать графики зависимости коэффициента шероховатости от глубины и коэффициента шероховатости от скорости, то на всех без исключения графиках коэффициента шероховатости от скорости можно провести экспоненциальную зависимость. Например, эта зависимость хорошо видна на реке Ура (рис.7.1.1; 7.1.2; 7.2.1; 7.2.2; 7.3.1; 7.3.2.) в любом из приведенных графиков для различной водности.

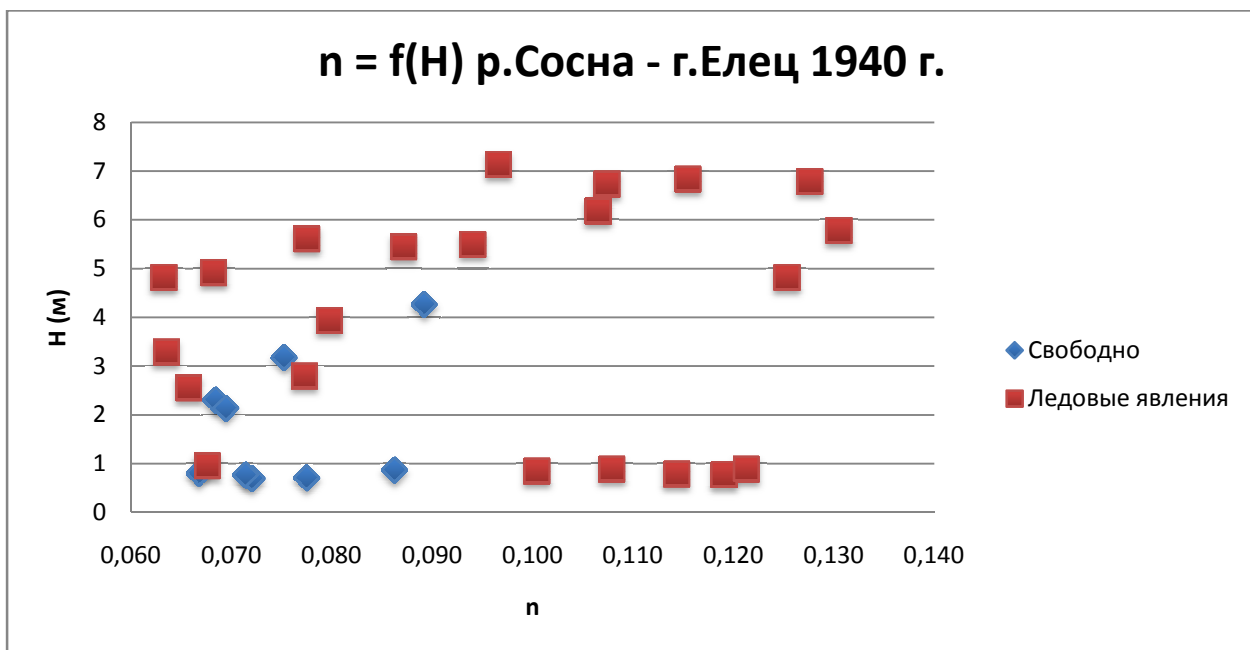


Рис.5.1.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Сосна - г.Елец 1940г.

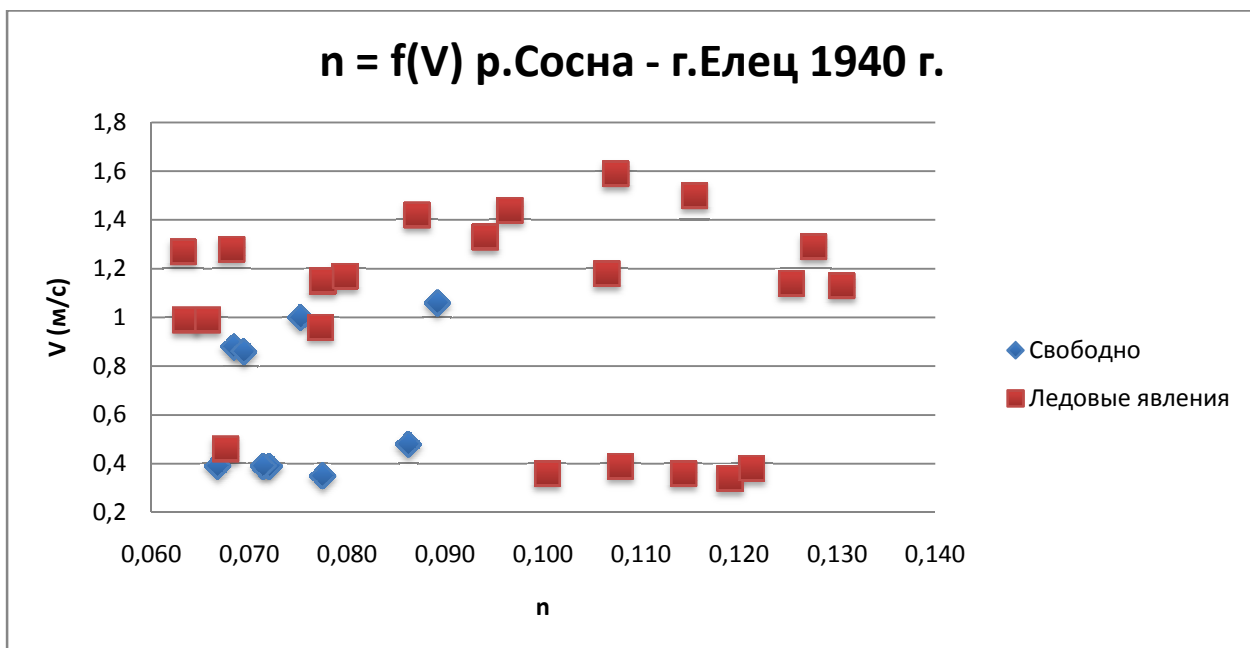


Рис.5.1.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Сосна - г.Елец 1940г.

На реке Сосна, особенно на графиках многоводного периода (рис.5.1.1; 5.1.2.), зависимости не носят явно выраженного экспоненциального характера, причина заключается в недостаточном количестве данных и это скорее исключение.

Во многих случаях, при исследовании неизученных рек, необходимо находить глубину наполнения, скорость течения, расход воды. Для получения этих данных используют модели неустановившегося движения воды и модели формирования стока. Скорость течения реки очень часто определяют по УВВ используя гидравлический способ расчета. Во всех этих случаях в расчетах присутствует коэффициент

шероховатости, который определяется по таблице Срибного (Приложение 3, табл.1.), или рассчитывается по формуле Шези-Маннинга. Более точные результаты можно получить если в моделях использовать модуль расхода. Данный параметр демонстрирует близкую к экспоненциальной функции зависимость от глубины наполнения русла, достаточно хорошо прослеживается на всех реках, например р.Териберка (рис.1.1.3; 1.2.3; 1;3;3). На графиках также присутствуют точки которые отклоняются от кривой, это связано с началом ледохода или началом ледовых явлений.

При расчетах коэффициента шероховатости на речках Териберка, Кица, Ура, Кола, Лотта, Дон, Енисей, Сосна было установлено несоответствие коэффициента шероховатости по таблице Срибного с вычисленными обратным путем по измеренным расходам (табл. 2).

*Таблица 2.Значения коэффициентов шероховатости по расчетам и таблице Срибного.*

Река	Мах		Min		ср		За 3 годаизмерений		ПоСрибному
	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	
Териберка	0.008	0.026	0.016	0.034	0.010	0.028	0.011	0.029	0.040
Кица	0.036	0.046	0.036	0.101	0.024	0.079	0.032	0.075	0.040
Ура	0.032	0.153	0.027	0.123	0.025	0.084	0.028	0.120	0.045
Кола	0.027	0.159	0.123	0.264	-	0.087	0.075	0.175	0.050
Лотта	0.011	0.034	0.073	0.127	0.042	0.148	0.042	0.103	0.040
Енисей	0.073	0.156	-	-	0.076	0.152	0.075	0.154	0.050
Дон	0.073	0.201	0.107	0.145	0.076	0.130	0.085	0.159	0.033
Сосна	0.075	0.096	0.076	0.092	0.062	0.064	0.071	0.084	0.040

В итоге мы имеем следующие результаты:

Таблицы Срибного по большей части занижают значения коэффициента шероховатости. Если усреднить все отклонения, то мы получим занижение коэффициента шероховатости на 0.020. Занижение коэффициента шероховатости на 0.020 будет равняться занижению уровня воды на 0.5 метра. Если учесть, что представленные в работе реки имеют среднюю глубину 3-4 метра, то недоучет примерно 1/6 глубины весьма существенно может повлиять на значения расхода воды.

Также можно привести рассчитанные коэффициенты шероховатости по формулам Павловского и Агроскина. Мы имеем достаточно близкие значения



коэффициента шероховатости по формулам Шези-Маннинга, Павловского и Агроскина, в некоторых случаях полностью совпадающие до 3 знака после запятой (табл.3.), но также есть весьма большие различия коэффициента шероховатости. Это связано с тем, что данные формулы были разработаны для искусственных водотоков в лабораторных условиях. Русло реки не может быть настолько идеализировано как лабораторные реки, поэтому и проявляются сложности в расчете коэффициента шероховатости.

Таблица 3. Сравнение коэффициента шероховатости по формулам Шези-Маннинга, Агроскина, Павловского.

	Формула	Териберка	Кица	Ура	Кола	Лотта	Дон	Сосна
Шези-Маннинг	$n = \frac{\omega * H^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}}{Q}$	0.020	0.054	0.074	0.122	0.073	0.122	0.078
Павловский	$n = \frac{\omega * H^{(1.3 * \sqrt{n_c})} * \sqrt{I}}{Q}$	0.017	0.054	0.081	0.089	0.057	0.062	0.069
Агроскин	$n = (\frac{Q}{\omega * \sqrt{H * I}} - 17.72 * \lg H)^{-1}$	0.021	0.052	0.065	0.136	0.116	0.148	0.093

Определение коэффициентов шероховатости для реки Паша.

Таблица 4. Определение коэффициентов шероховатости для расчетных створов, р.Паша.

пункт	Расход	Уровень, м	Глубина, м	Уклон	Площадь сечения	n
поречье	6,5	1,2	1	0,0008	42	0,18276
	9,6	1,75	1,5	0,0008	58	0,22392
	25,3	2,58	2	0,0008	90	0,15972
	110	3,1	2,5	0,0008	120	0,05684
	156	3,83	3,2	0,0008	155	0,06103
дуброво	9,1	0,2	0,9	0,00065	45	0,11752
	26	0,6	1,3	0,00065	70	0,08176
	30	0,7	2	0,00065	115	0,15514
	83	1,5	2,5	0,00065	130	0,07356
	240	3,22	3,4	0,00065	225	0,05404
часовенское	53	2,4	1,2	0,0004	150	0,06392
	80	3,4	2,2	0,0004	270	0,11418
	200	4,4	3,1	0,0004	390	0,08292
	475	5,9	4,3	0,0004	570	0,06346
	790	7,3	5,4	0,0004	765	0,05961

Отличительной чертой равнинной реки со стабильным руслом- Паши явились небольшие коэффициенты шероховатости, находящиеся в пределах от 0,054 до 0,22. В

модель вполне можно было вносить реальные значения "n" без затруднения расчета.

В итоге были построены графики зависимости коэффициента шероховатости от глубины для всех расчетных постов (рис.9.1., 9.2., 9.3.).

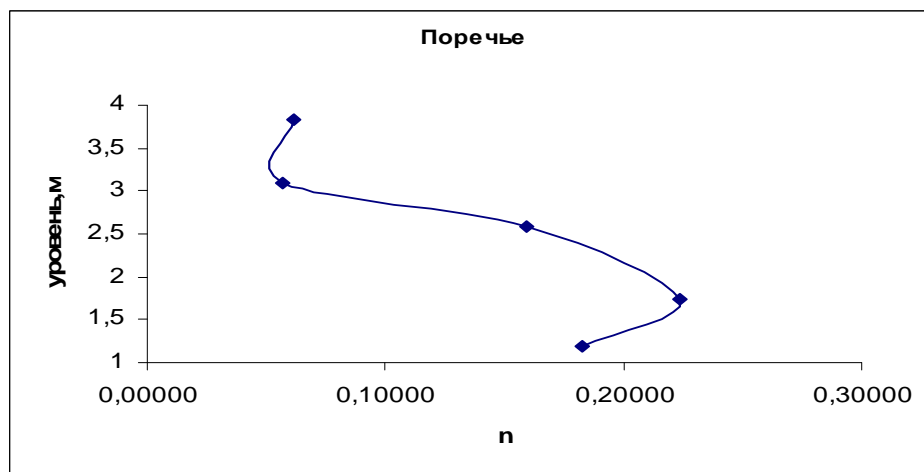


Рис.9.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

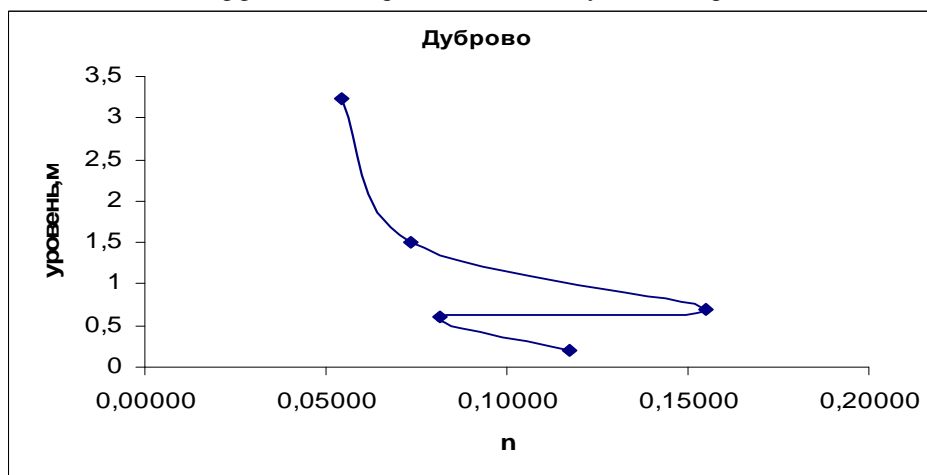


Рис.9.2. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

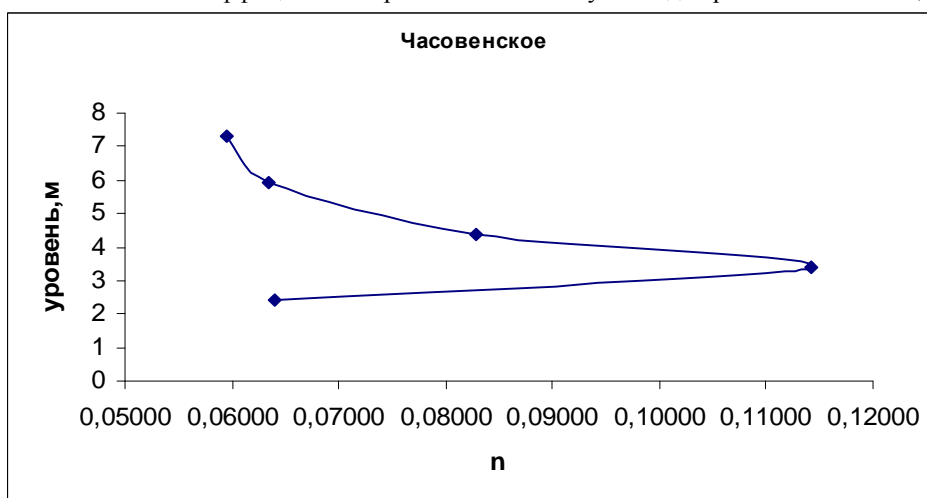


Рис.9.3. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

### **3.4. Расчёт неустановившегося движения воды.**

#### **3.4.1. Гидравлико-морфометрические характеристики русел рек.**

Задание параметров для расчета неустановившегося движения воды осуществляется на основе натурных данных, точность и содержание которых зависит от самой специфики расчета и от целей, который перед ним поставлены. В расчётные параметры для большинства методов входят: длины расчётных участков, значения расчётных интервалов времени и шагов по длине, обобщённые морфометрические характеристики русла (аккумулирующие ёмкости; положение линии дна, принятое в расчёте), характеристики гидравлических сопротивлений, схематизированные начальные и граничные условия и, наконец, боковой приток и отток.

Сначала необходимо разбить участок реки, для которого производится расчет на расчетные участки, которые представляют собой такой промежуток с определенной закономерностью изменения по длине реки морфометрических и гидравлических характеристик при различных наполнениях русла. В строгих методах, позволяющих осуществить расчёт гидравлических характеристик на всём рассматриваемом протяжении реки, расчётные участки в большинстве случаев разбиваются на целое, обычно небольшое число одинаковых расчётных шагов по длине (иногда шаг может совпадать с участком).

При разбивке на участки руководствуются следующими принципами:

1. В пределах участка не должно быть резкого (ступенчатого) изменения глубины или ширины русла.
2. В створе впадения притоков, заметно изменяющих расход реки, обязательно назначается граница участков. То же относится к створам гидроузлов, крупных водозаборов и сбросов, створам установки расходомеров, мостов и т.д.
3. Удобно приурочивать границы участков к створам, для которых имеются кривые расходов (для установившегося движения) или данные наблюдений за неустановившимся движением.

После разграничивания участка реки на расчетные участки необходимо выбрать  $\Delta t$  – расчетный интервал времени и  $\Delta x$  – расчетный шаг по длине.

Расчётные шаги по длине  $\Delta x$ , как и расчётные участки, должны выбираться меньшими в зоне более резко выраженного неустановившегося режима, целесообразно выбирать шаги малыми в местах, где свободная поверхность воды имеет значительную кривизну, например, на сильно выраженных кривых спада. Выбор расчётного интервала времени  $\Delta t$  определяется как нестационарностью явления, отражаемой в

основном характером гидрографа во входном створе, так и требованиями метода расчёта. Рекомендуется выбирать не слишком большое значение  $\Delta t$ , чтобы в течение расчётного интервала времени изменение расходов и уровней можно было в первом приближении считать линейным. Но выбор слишком малого интервала времени увеличивает трудоёмкость расчёта.

- Обобщённые морфометрические характеристики русла.

При использовании методов, в которых задаётся изменение поперечного сечения или ширины русла по длине реки, выбирают характерные поперечные сечения для границ расчётных участков.

Поскольку дно реки имеет обычно сложную форму, его приходится схематизировать, заменяя естественное дно фиктивным. Это означает, что, кроме задания ширин и площадей живого сечения как функций от глубины (в отдельных створах), надо знать ещё и уклон дна по длине реки. Профиль дна задаётся в пределах расчётного участка прямолинейным или, если это допускается алгоритмом, в виде ломаной линии.

Задание площадей живых сечений и отметок дна на границах расчётных участков означает фактически принятие предположения о линейном изменении площадей сечений по длине реки в пределах участка, а также – о прямолинейности дна реки (на продольном профиле) в этих же пределах. [7]

- Задание приточности.

Боковой приток – положительный или отрицательный (отток), если он имеется, может быть задан в двух видах: сосредоточенный и распределённый. Сосредоточенный боковой приток (отток) задаётся в одном створе реки. Положительный сосредоточенный приток имеет место в створах впадения рек-притоков в основную реку, а также сбросов. Сосредоточенный отток имеется в местах водозаборов. Распределённый приток и отток задаётся в виде расхода воды на единицу длины. Распределённый приток схематизирует сток воды в основное русло с маленьких и мельчайших речек и ручейков.

- Начальные и граничные условия. Условия сопряжения.

Для решения уравнений задаются начальные и граничные условия, а также условия сопряжения.

При этом задаётся начальный расход  $Q_0$ , а профиль свободной поверхности

$Z_0(x)$  может быть вычислен одним из известных методов. При расчётах волн суточного регулирования в качестве начального условия обычно принимается установившееся движение с расходом  $Q_0$ , равным среднесуточному расходу.

В качестве граничного условия во входном створе обычно задаётся гидрограф  $Q = f(t)$ . В некоторых случаях (при расчётах волн паводка и половодья) во входном створе задаётся ход изменения уровней  $Z = f(t)$ .

- Параметры модели.

Также задаётся коэффициент шероховатости и считается постоянным для поперечного сечения русла. Коэффициент сопротивления "С" вычисляется по одной из следующих зависимостей: формула Шези-Маннинга:  $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ ; формула Агроскина:

$C = \frac{1}{n} + 17,72 \lg R$ , где  $R$  – гидравлический радиус. В качестве параметров модели в устьевых областях могут задаваться модули расхода. Для равномерного движения на основании формулы Шези-Маннинга модуль расхода задаваемый для каждого расчетного створа в виде зависимости  $K=f(H)$  выражается соотношением:

$K = C * B * H_{cp}^{1,5}$ , где  $C = \frac{1}{n} * H_{cp}^y$ ;  $y = \text{const}$ , который должен быть определен дополнительно. Тогда выражение для  $K$  записывается в следующем виде:

$$K = \frac{1}{n} * B * H_{cp}^{y+1.5}$$

В этом выражении коэффициент  $n_{cp}$  имеет смысл коэффициента шероховатости по Шези-Маннингу, но отличается от него количественно вследствие сильного изменения показателя степени при глубине  $H$ , что является в свою очередь следствием гидравлико-морфометрических особенностей устьевой области.

### 3.4.2 Выбор расчетного участка.

В качестве объектов расчета были выбраны два гидрологических объекта: равнинная река Паша и канал Широкий.

Перед проведением расчетов необходимо разбить выбранный участок реки на расчетные участки, для которых будет задаваться некоторая закономерность, определённая закономерность изменения по длине реки морфометрических и гидравлических характеристик при различных наполнениях русла. Расчётные участки в большинстве случаев разбиваются на целое, обычно небольшое число одинаковых

расчётных шагов по длине.

За расчетный интервал на реке Паша был выбран участок реки от створа у д.Дуброво до створа с.Часовенское, общей протяженностью 135 км. Выбор участка на равнинной реке Паша не отличался особой сложностью, так как больших уклонов на них нет. Между начальным и средним (д.Дуброво) створами впадает приток Капша. (рис 4). В качестве расчетных лет были выбраны годы с различной водностью: 1965г., 1970г, 1966г. При рассмотрении данных по измеренным расходам в гидрологических ежегодниках, за период с 1937 года по 70 годы, четкую закономерность по смене фаз водности выявить было достаточно сложно, в связи с тем, что наблюдения велись прерывисто и единую картину восстановить было тяжело.

За расчётный интервал на канале Широкий был выбран участок близ г.Есентуки, общей протяженностью 33 км. Как и на реке Паша, канал широкий не имеет больших уклонов. Данный участок был выбран по причине подтопления территории в результате поступления воды с притоком. Расчет проводился по данным СевКавГипроводхоз.



Рис.9. Расчетный участок реки Паша с указанными расстояниями между створами.

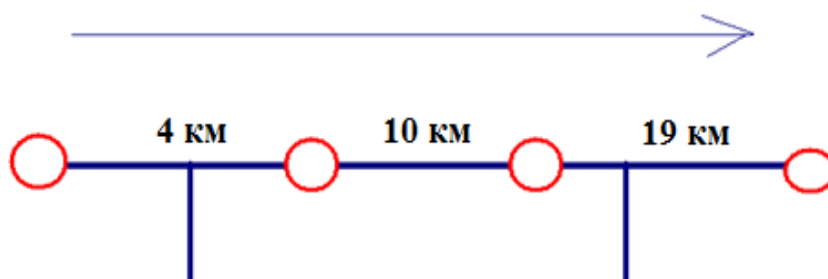


Рис.10. Расчетный участок канала Широкий с указанными расстояниями между створами.

### 3.4.3. Гидравлико-морфометрические характеристики участков реки.

- Зависимости ширин русла от его уровней.

Для задания уровней и соответствующих им ширин русла в разных створах за

разные годы была проведена аппроксимация профилей поперечников и осреднение значения ширины русла в соответствие с заданной глубиной. В результате были выявлены зависимости ширины реки от ее глубины на разных расчетных точках. Результаты расчетов представлены в таблицах 2.1.-2.3. приложения 4.

При определении точности занесения полученных результатов в модель для расчета были учтены положения постов, особенности водности по годам. Для получения более точных результатов расчетов морфометрия уточнялась после численных экспериментов.

- **Отметки дна и задание начальных отметок уровней.**

*Таблица 5. Начальные условия и отметки дна  
для р. Паша по рассматриваемым постам.*

пункт наблюдения	расстояние между створами, км	высота нуля графика, мБс	отметка дна, м	ур, прив к "О" графика, м
д. Поречье	0	71,34	72,11	72,86
д. Дуброво	49	39,83	40,25	40,75
с. Часовенское	135	3,52	5,26	5,88

При выборе начальных отметок уровней анализировались профили падения рек для разных месяцев. Для Паши интервал колебания уровней оказался незначительным и за начальные отметки уровней можно было принимать практически любые из вычисленных.

Полученные результаты расчетов были приняты как начальные уровни и отметки дна при проведении расчетов.

*Таблица 6. Начальные уровни и отметки  
дна для расчетных створов р. Паша.*

Уровни, м	№ створов	Значения
	1ст	72,86м
	2ст	40,75м
	3ст	5,26 м
отметки дна, мБс		
	1ст	72,11 м
	2ст	40,25 м
	3ст	5,88 м

На реке Паша и канале Широкий уклоны на вех участка незначительные и затруднений в расчетах не вызвали.

- **Построение гидрографов для расчетных участков. Выбор расчетных точек. Задание приточности.**

По всем створам по данным об ежегодных уровнях и расходах воды были

построены гидрографы для разных лет, по которым были выбраны характерные точки для расчета, которые впоследствии уточнялись в его процессе (см. приложение 5). Данные об ежегодных уровнях и расходах воды были предоставлены СевКавГипроводхоз.

На начальном створе - д.Поречье (р.Паша) значение расходов, которые соответствовали характерным точкам, были заданы как начальные значения расходов. Годовые ходы уровней (см. приложении 6) были построены для последнего расчетного створа - с.Часовенское (р.Паша), и на них также намечены характерные точки, после приведения к нулю графика, уровни на этих створах были приняты как граничные условия на замыкающих створах.

Гидрографы также были построены для притоков р.Паша с целью задания информации о приточности. Значения расходов по этим гидрографам были использованы для задания приточности. Гидрографы притоков содержатся в приложении 7. Приточность на канале Широкий является распределенной по территории.

### **3.5. Расчет неустановившегося движения на участках реки Паша и канала Широкий.**

В работе использовалась одномерная гидродинамическая модель gidr1.exe, основанная на численном методе, разработанным в Институте гидродинамики АН СССР. Применительно к устьевым областям, данная модель считает только стоковую составляющую уровня, на фоне которой идут сгонно-нагонные и приливные колебания.

Для описания рассматриваемых процессов в одномерной постановке используются обобщённые уравнения Сен-Венана в виде:

$$B \frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{\omega} \right) = -g\omega \left( \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right)$$

Искомыми являются функции  $Z(x,t)$  и  $Q(x,t)$ . Остальные входящие в дифференциальные уравнения функции и коэффициенты считаются известными и должны быть заданы в качестве исходной информации.

Каждый отрезок рассматриваемой системы русел разобьём на  $N_i$  интервалов, длина которых  $\Delta_i = L_i/N_i$  и пронумеруем точки разбиения каждого отрезка слева направо натуральными числами последовательно, начиная с 0. Ось времени  $t$  также



разбивается на равные интервалы длины  $\tau$ . Таким образом, имеем область определения системы рассматриваемых уравнений, покрытую прямоугольной сеткой с шагом  $\tau$  (постоянным для всех отрезков) по оси  $t$  и с шагом  $\Delta_i$  (постоянным для каждого отрезка) по оси  $x$ .

Процесс решения разностных уравнений осуществляется в два этапа. На первом этапе вершины и отрезки рассматриваются в порядке возрастания номеров, начиная с  $i = 1$  и  $j = 1$  (прямая прогонка). На втором этапе (обратная прогонка) вершины и отрезки рассматриваются в порядке убывания.

### **3.6. Порядок задания исходной информации. Выдача результатов на печать.**

Вся исходная информация задаётся в виде следующих друг за другом массивов чисел. При задании информации используются условные числа. Условное число  $f_1$  используется для отделения информации одного отрезка от другого или одной вершины от другой. Условное число  $f_2$  записывается после задания информации последнего отрезка или последней вершины.

Массив I содержит информацию общую для всей системы и связанную с заданием временных характеристик, а также ряда констант:

$i$  – номер варианта расчёта;

$M$  – число отрезков;

$t_0$  – начальный момент времени, с которого начинается расчёт;

$t_k$  – конечный момент времени, до которого ведётся расчёт;

$\tau$  – шаг по времени;

$\Delta t_1$  – интервал времени выдачи результатов по створам;

$\Delta t_2$  – интервал времени выдачи результатов во всем точкам;

$m_t$  – масштаб времени перехода в сек;

$m_b$  – число узлов системы русел;

$N_1, \dots, N_M$  – таблица числа интервалов на 1, ...,  $M$  отрезках соответственно;

$L_1, \dots, L_M$  – таблица длин 1, ...,  $M$  отрезков соответственно.

Массив G содержит гидравлические и морфометрические характеристики отрезков. Информация задаётся в следующей последовательности:

$l$  – длина таблицы аргументов  $Z_g(x)$ ;

$x_1 = 0, x_2, \dots, x_L = L$  – таблица координат створов на отрезке;

$Z_{d1}, \dots, Z_{dl}$  – таблица отметок дна водотока в створах;

$f_1$  – условное число, равное 1 или 2. Если  $f_1 = 1$ , то модуль расхода  $K$  рассчитывается по формулам; если  $f_1 = 2$ , то модуль расхода  $K$  задан таблицей  $K(x)$ .

В первом случае вслед за условным числом ( $f_1 = 1$ ) для всех створов, начиная с первого, задаётся следующая информация:

$f_2$  – условное число, равное 1 или 2. Если  $f_2 = 1$ , то коэффициент Шези рассчитывается по формуле Маннинга, если  $f_2 = 2$ , по формуле Агроскина;

$n$  – коэффициент шероховатости;

$x_1$  – координата 1-го створа;

$l$  – длина таблицы аргументов  $h$ ;

$h_1, \dots, h_l$  – таблица аргументов значений функции  $B(h)$ ;

$B_1, \dots, B_l$  – таблица значений функции  $B$  1-го створа;

$x_2$  – координата 2-го створа;

$l$  – длина таблицы аргументов  $h$ ;

$h_1, \dots, h_l$  – таблица аргументов значений функции  $B(h)$ ;

$B_1, \dots, B_l$  – таблица значений функции  $B$  2-го створа;

и т.д. для всех створов 1-го участка.

Во втором случае после условного числа ( $f_2 = 1$ ) задаётся следующая информация:

$x_1$  – координата 1-го створа;

$l$  – длина таблицы аргументов  $h_B$ ;

$h_1, \dots, h_l$  – таблица аргументов значений функции  $B(h)$ ;

$B_1, \dots, B_l$  – таблица значений функции  $B$  1-го створа;

$l$  – длина таблицы аргументов  $h_K$ ;

$h_1, \dots, h_l$  – таблица аргументов значений функции  $B(h)$ ;

$K_1, \dots, K_l$  – таблица значений функции  $K$  1-го створа;

и т.д. последовательно для всех остальных створов 1-го участка.

Далее следует информация по участкам 2, 3, ...,  $M$  аналогично предыдущему.

Массив  $K_u$  содержит информацию о вершинах всей системы в следующем порядке:

номер вершины;

тип вершины;

информация о граничном условии в вершине в зависимости от типа вершины.

Затем следует аналогичная информация для всех остальных вершин системы.

Массив  $M_x$  содержит информацию о координатах створов, в которых необходимо задать начальные условия и иметь результаты расчёта, включая концевые точки отрезков.

$L$  – общее число створов, включая концевые точки отрезков;

$x_1 = 0, x_2, \dots, x_n = L_1$  – таблица координат створов на 1-ом отрезке;

$x_1 = 0, x_2, \dots, x_n = L_2$  – таблица координат створов на 2-ом отрезке;

и т.д. последовательно для всех остальных отрезков.

Массив  $Mq$  содержит информацию о боковой приточности  $q(t)$  для всех отрезков системы:

$l$  – длина таблицы аргументов  $t_q$ ;

$t_1, \dots, t_l$  – таблица аргументов значений  $q$ ;

$q_1, \dots, q_l$  – таблица значений боковой приточности  $q$  на 1-ом отрезке;

$l$  – длина таблицы аргументов  $t_q$ ;

$t_1, \dots, t_l$  – таблица аргументов значений  $q$ ;

$q_1, \dots, q_l$  – таблица значений боковой приточности  $q$  на 2-ом отрезке;

и т.д. последовательно для всех остальных отрезков.

Массив  $MQ$  содержит начальные значения  $Q$ . Длина массива определяется числом расчетных точек для всей системы. Информация может задаваться двумя способами:

Если  $t_0 = 0$ , то задаются значения  $Q$  во всех створах, включая концевые в полном соответствии с заданием массива  $Mx$  последовательно для всех отрезков системы, начиная с 1-го.

Если  $t_0 > 0$ , т.е. имеет место продолжение счёта, то значения  $Q$  задаются во всех расчётных точках при  $t = t_0$  в предположении, что все расчётные точки занумерованы сквозной для всех отрезков нумерацией, начиная с нуля.

Массив  $MZ$  содержит начальные значения  $Z$ , задание аналогично заданию  $Q$ .

Массив  $MT$  содержит начальные значения  $T$ , задание аналогично заданию  $Q$ .

Массив  $Zp$  содержит начальные значения уровней воды в вершинах системы:

$Z_1, Z_2, \dots, Z_{mb}$ .

Массив  $pr$  содержит информацию о номерах левых и правых концов отрезков, начиная с 1-го. Эта информация однозначно определяет структуру системы:

номера концов 1-го отрезка:  $i$  лев

$i$  прав

номера концов 2-го отрезка:  $i$  лев

$i$  прав

- **В итоге проведения расчета:**

Расчет был проведен на реке Паша для трех лет с различной водностью, как и намечалось при построении задачи расчета.

По выбранным расчетным промежуткам для каждого расчетного створа и для каждого года были построены гидрографы, которые были сопоставлены с измеренными расходами воды, данное сопоставление не проводилось на канале Широкий. Помимо расчетных и измеренных гидрографов аналогично были построены ходы уровней для средних расчетных створов. После чего был проведен анализ результатов расчета и сделаны выводы о проделанной работе, которые следуют далее. Для канала Широкий не проводилась работа сопоставления измеренных расходов и рассчитанных, т.к. основной целью расчёта на канале Широкий было показать при каком расходе начинает происходить подтопление близлежащей территории неподалеку от г.Есентуки.

Итоговые расчетные таблицы и графики изменения расходов воды по всем годам представлены в приложениях.

На печать выводилась полная информация с рассчитанными моделью искомыми величинами на заданный момент времени с заданным расчетным шагом.

Через интервалы  $\Delta t$  выдаётся информация:

- момент времени  $t$ ;
- общее число участков  $M$ ;
- порядковый номер точки, начиная с нуля;
- координата точки и соответствующие ей значения переменных во

всех точках для  $M$  отрезков. На печать выдаются  $h$ ,  $Q$ ,  $Z$ ,  $V$ ,  $B$ ,  $\omega$ ,  $K$ ,  $C$ ,  $R$ ,  $Fr$ .

Кроме того, печатаются массивы  $MQ$  и  $MZ$ .

В приложении 8 представлены примеры текстовых документов TEMP1 – выдач результатов расчетов моделью `gidr1.exe`.

Если программа останавливалась и расчет не был завершен, то необходимо было выявлять причины, по которым проводились остановки программы. Это происходило либо в следствие ошибок в задании исходной информации, либо было необходимо ее уточнение для данных условий водности. После любой ошибки на печать выдавалась информация, позволяющая определить ее причины.

### **3.7. Проведения расчета неустановившегося движения воды на выбранных объектах и анализ полученных результатов.**

Касаемо выбранного участка на реке Паша, стоит отметить тот факт, что на всем его протяжении величины уклона русла реки незначительны (0,0004-0,0005 промилле), а профили поперечных сечений стабильны и зависимость глубины от ширины русла

имеет линейный характер. В связи с этим проделанные численные эксперименты выдавали стабильные результаты. Использованные коэффициенты шероховатости были взяты такими же, какими были получены при расчетах (0,08-0,04).

Расчёт для канала Широкий был проведен на участке протяженностью 33 км. близ города Есентуки. В результате поступления воды с распределенным притоком происходит подтопление близлежащих территория. Вычисления проводились по заказу СевКавГипроводхоза и на основании их данных, при коэффициентах шероховатости 0,01-0,03. Необходимо понимать, что распределенный приток - неучтенный приток, который может быть любой природы, орошение, иная хозяйственная деятельность и т.д.

На рисунках 13.2.3., 13.1.3., 13.2.2. представлены примеры графиков, которые отражает расчетный и измеренный гидрографы за различные годы водности для р.Паша.

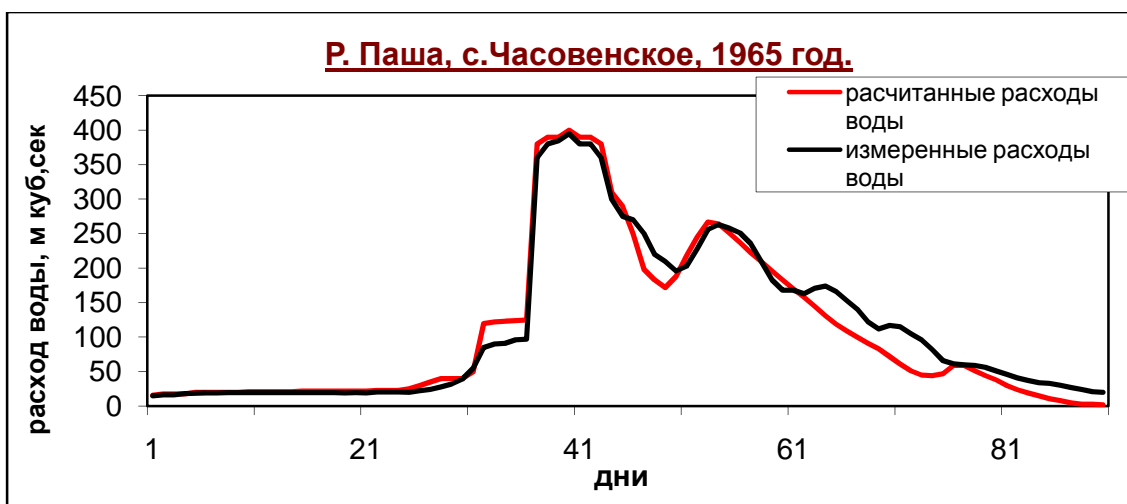


Рис.13.2.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1965 г.

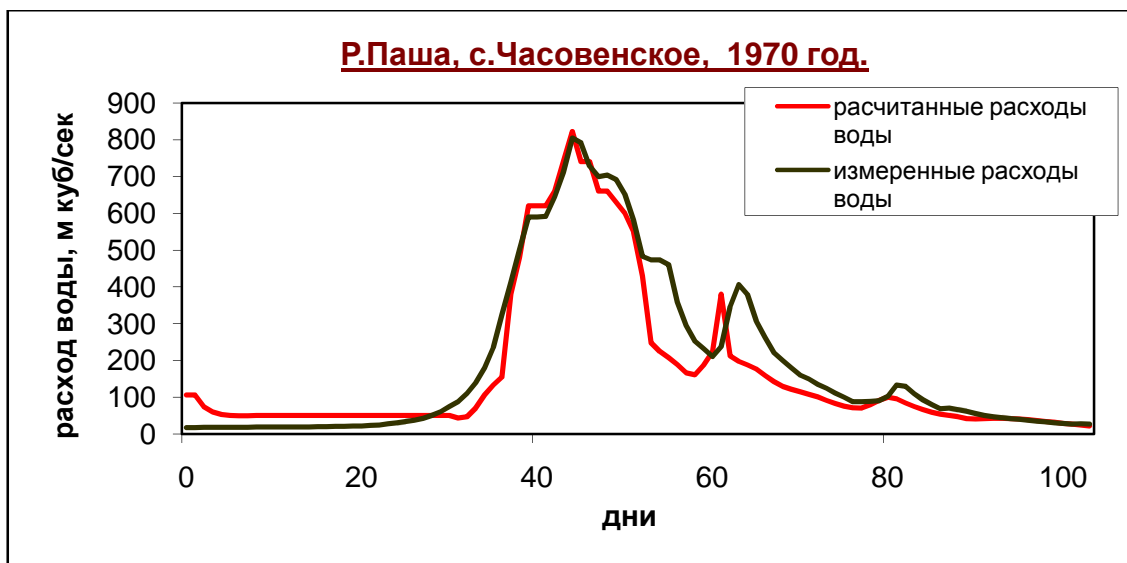


Рис.13.1.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1970 г.



Рис.13.3.2. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1966 г.

Так же были проведены расчёты по р.Паша при уменьшенных значениях коэффициента шероховатости, иными словами брались значения коэффициента шероховатости согласно таблицам Срибного. Но не стоит забывать, что значения таблицы Срибного применимы для большей части реки или вообще только на отдельных створах, в то время как модель должна быть увязана. Таким образом не все расчёты проходили до конца. Так, скажем, маловодный год с коэффициентов шероховатости взятый из таблицы Срибного не удалось сгенерировать до конца. На рисунке 13.4.3. представлены расчетный и измеренный гидрографы для года средней водности при коэффициентах шероховатости (0,06-0,03).

На рисунках 14.1., 14.2., 14.3. представлены примеры графиков, которые отражает расчетные гидрографы для разных створов канала Широкий при различных коэффициентах шероховатости.

Остальные расчетные гидрографы и итоговые расчетные таблицы представлены в приложениях 9-11.

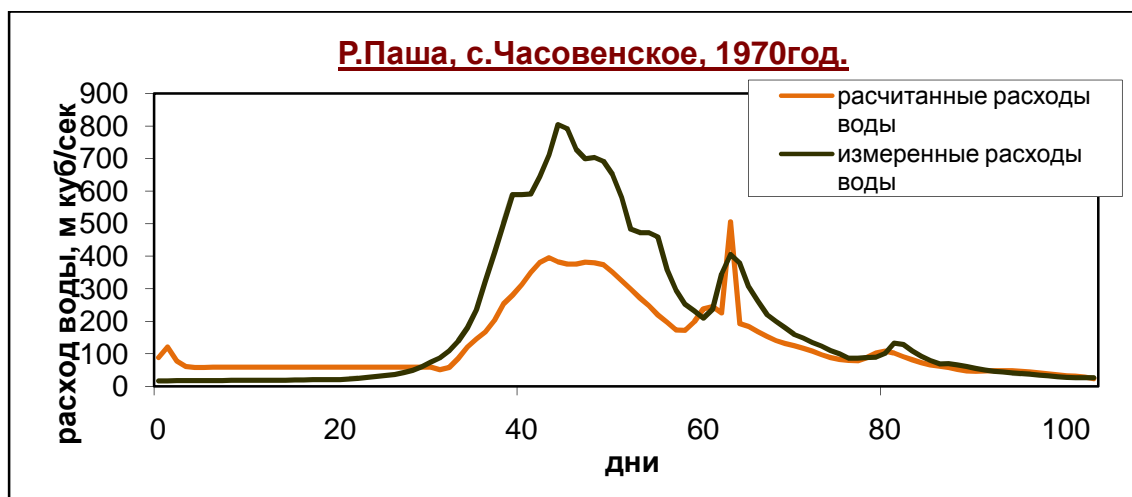


Рис.13.4.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1966 г.

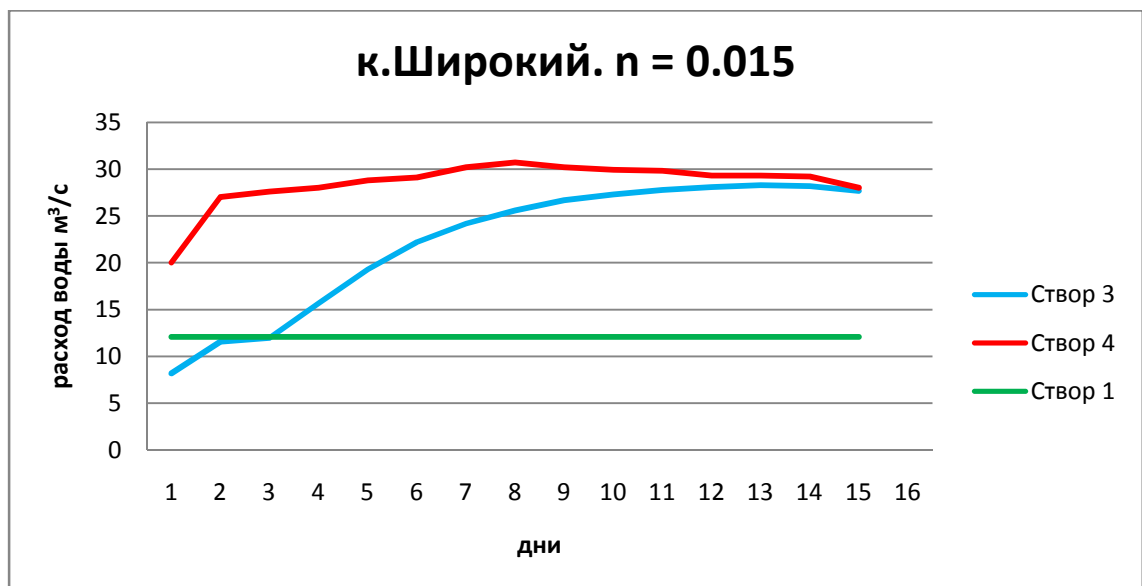


Рис.14.1. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n = 0.015$ .

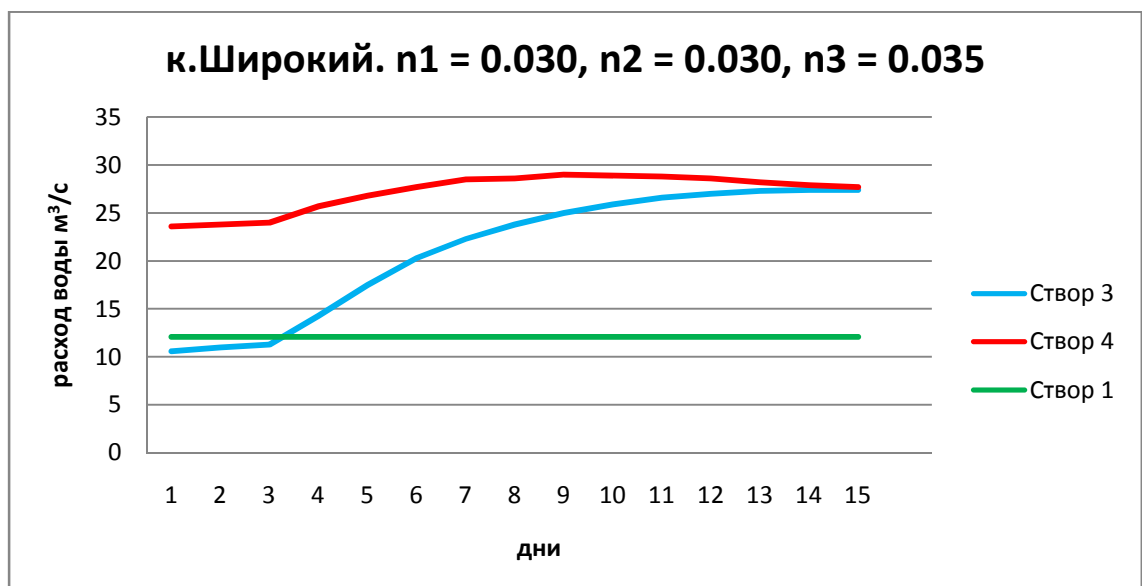


Рис.14.2. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n_1 = 0.030, n_2 = 0.030, n_3 = 0.035$ .

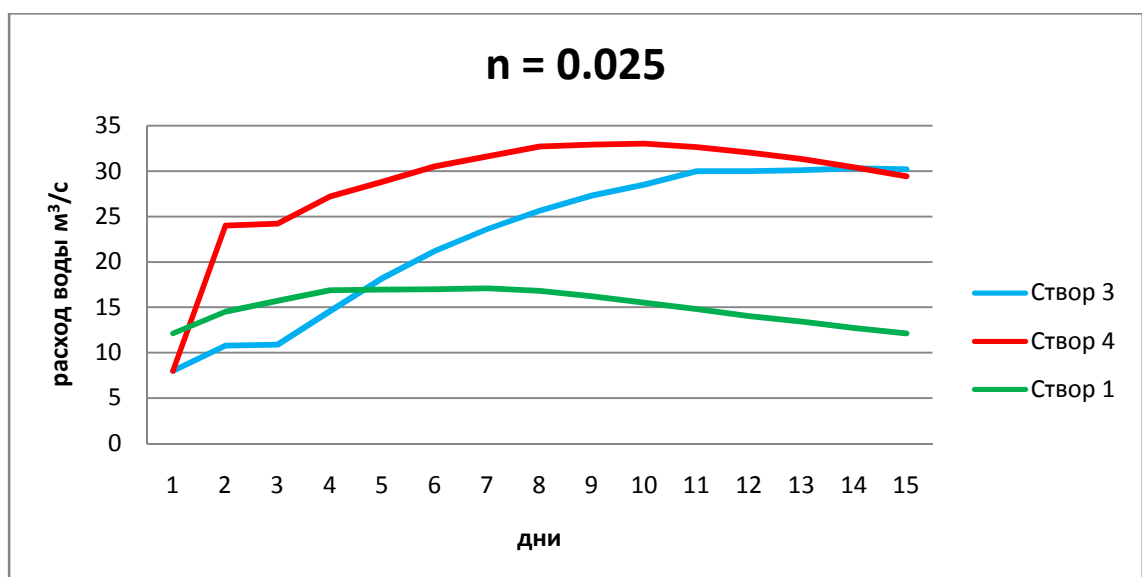


Рис.14.3. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n = 0.025$ .

Полученные результаты сопоставлялись с измеренными расходами на глаз, а также по простому критерию качества для различных сезонов, а именно:  $(Q_{\text{расчетное}} - Q_{\text{измеренное}}) / Q_{\text{расчетное}}$ . Этот критерий применялся в рабочем порядке при каждом численном эксперименте. В итоге, для реки Паша, качество расчета не было хуже измеренных значений расходов более, чем на 12-19 %.

Проанализировав графики рис.13.2.3., 13.1.3., 13.2.2, можно сделать вывод о том, что лучшее соответствие расчетных данных по расходам воды и наблюдаемых были получены для многоводного года и года со средней водностью, 1965г, 1970г. (р.Паша). Результаты для этих лет получились схожи, ведь и измеренные величины для них отличались не так сильно, как от года с малой водностью.

На реке Паша расчеты по маловодному году также удовлетворительны, как и для других лет. Что является еще одним доказательством по поводу применимости модели для равнинной реки с небольшими уклонами.

Для расчетного среднего створа на реке Паша построены графики колебания уровня за расчетный период, которые были сопоставлены с измеренными значениями (рис. 13-15). Итоговые расчетные таблицы измеренных и рассчитанных уровней для реки Паша представлены в приложении 12.

Проанализировав данные, полученные по каналу Широкий можно увидеть, что подтопление территории начинается уже при расходе воды в канале равном 20 м<sup>3</sup>/с. Проведя несколько расчетов при различных коэффициентах шероховатости было определено так же, что даже при постоянном расходе на начальном створе происходит подтопление.

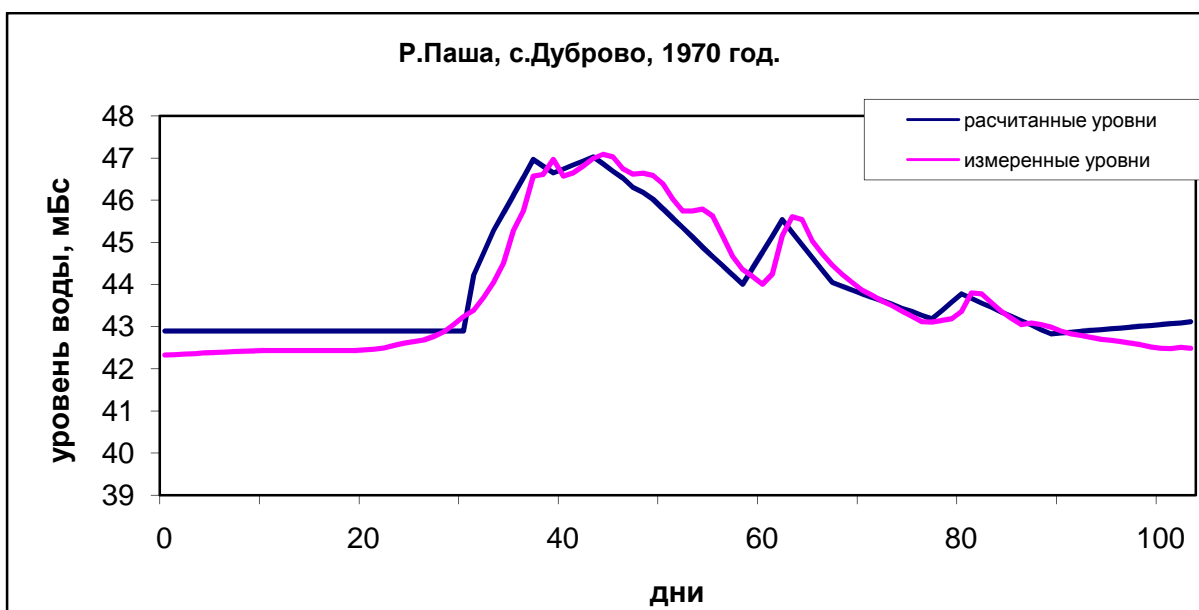


Рис. 15.1. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1970 г.



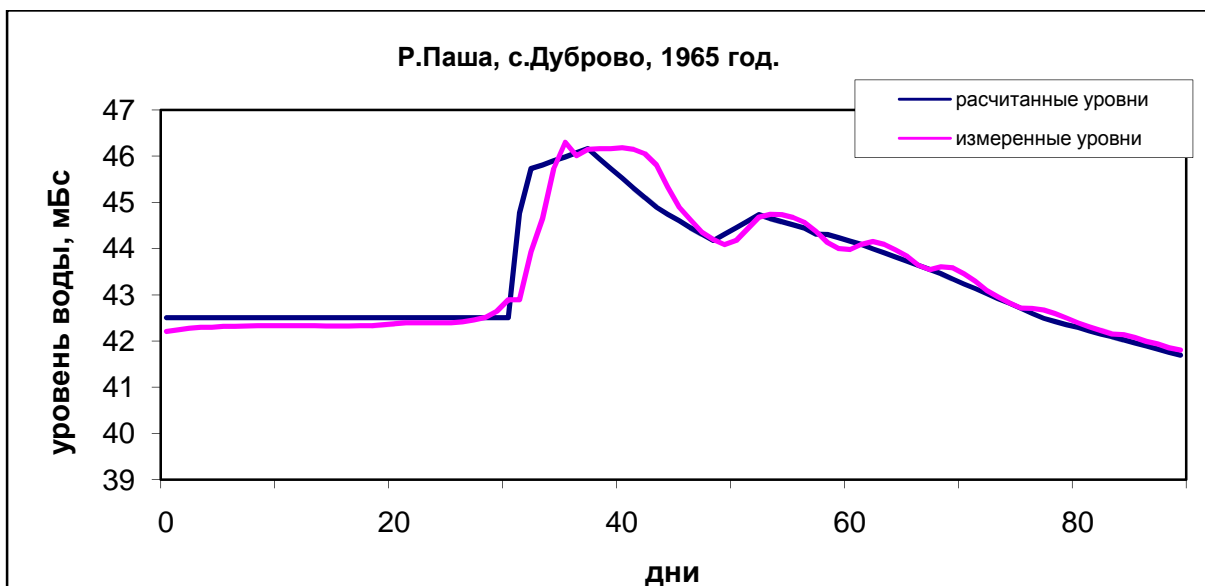


Рис. 15.2. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1965 г.

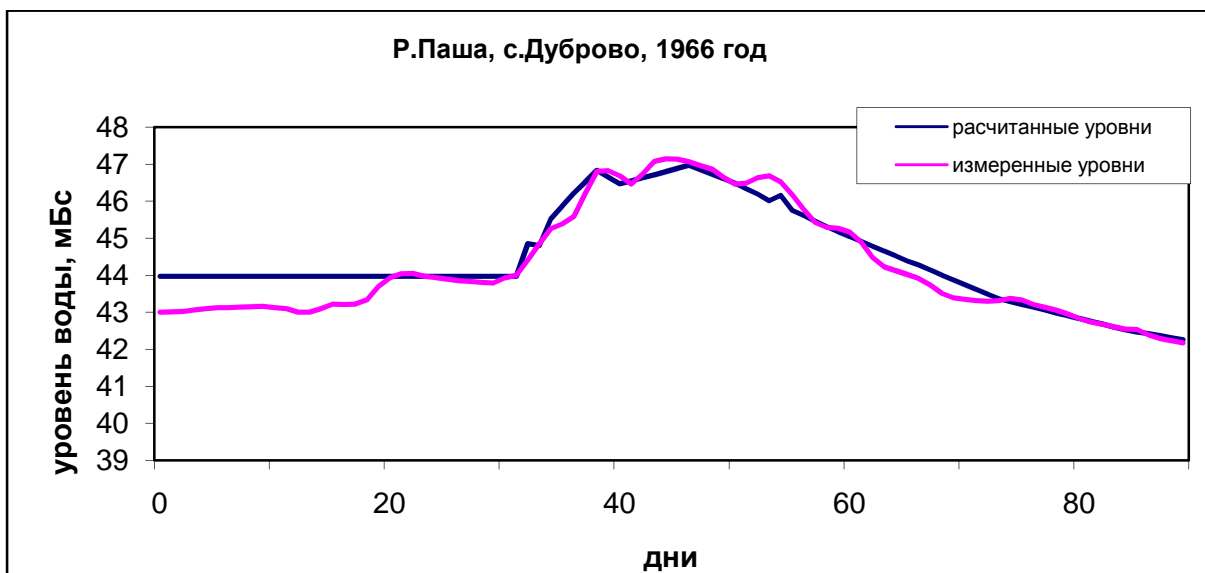


Рис. 15.3. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1966 г.

По рисункам 15.1-15.3 можно заметить, что расчетные уровни имеют больше совпадений с измеренными значениями ближе к концу расчетных промежутков, в отличие от расходов, для которых большее сходство и совпадение измеренных и расчетных значений характерно для начала расчета. Единственным критерием работоспособности модели остается только степень совпадения рассчитанных и наблюдаемых гидрографов в замыкающем створе.

Разница между измеренными и рассчитанными уровнями и расходами может быть следствием не увязанных гидравлико-морфометрических характеристик по длине реки при наблюдениях, что также является проблемой при расчетах.

## **Выводы.**

- Определенные коэффициенты шероховатости по данным измеренных расходов воды колеблются в очень больших пределах (0.008-0.264 реки Кольского п-ва; 0.062-0.201 реки ЕТР). Значение самого большого коэффициента шероховатости по таблицам Срибного, для рек болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и пр.) 0.133.
- Следует учитывать, что коэффициент шероховатости зависит от глубины наполнения русла, динамики потока, наличия ледовых явлений. Т.е. величина коэффициента шероховатости является функциональной величиной, которая в расчетах берется как постоянная величина.
- Основные трудности в расчете были связаны, прежде всего, с тем, что морфометрические характеристики задаются в расчётных створах, которые находятся на большом расстоянии друг от друга и неопределенностью реальных коэффициентов шероховатости.
- Была получена достаточно хорошая сходимость рассчитанных и измеренных расходов воды на р. Паша (12-19%). Модель даёт неплохие результаты для рек с небольшими уклонами и стабильным руслом.
- Расчёты проведенные по каналу Широкому показали, что даже при постоянном расходе воды на входном створе в результате распределенного притока воды на нижерасположенных участках расход увеличивается на небольшом расстоянии и происходит подтопление территории (подтоплении происходит при превышении  $20\text{м}^3/\text{с}$ ).

## **Заключение.**

В работе была получена большая изменчивость коэффициента шероховатости для разных водных объектов. Проведено осреднение данных коэффициентов за летний, зимний период и за три года для каждой реки при разной водности и сравнение их с таблицами Срибного. Также были рассчитаны коэффициенты шероховатости по формулам Агроскина и Павловского сравнены с коэффициентами шероховатости, рассчитанными по формуле Шези-Маннинга.

Была выявлена зависимость коэффициента шероховатости от глубины наполнения русла реки, скорости течения и расхода воды, что подтверждает функциональную природу параметра.

Получено, что коэффициент шероховатости и показатель степени, определяемые по формуле Шези-Маннинга, не соответствуют тем величинам, которые закладываются в расчеты. Коэффициент сопротивления можно определять двумя способами: используя постоянный коэффициент шероховатости или задать коэффициент сопротивления как функцию от модуля расхода. Второй способ будет более достоверным, что свидетельствуют различные графики зависимости модуля расхода от глубины при различной водности рек.

Для успешного проведения расчета были рассмотрены методами расчета неустановившегося движения и со спецификой работы с моделью Gidr1, численная схема которой, была разработана институтом гидродинамики.

Была собрана исходная информация об измеренных уровнях и расходах по выбранным годам с разной водностью и систематизирована информация о гравитационно-морфометрических характеристиках выбранных участков при помощи расчетов и аппроксимаций. После чего он был откорректирован.

После сбора информации был проведен расчет неустановившегося движения: занесение информации в модель, устранение останов программы и анализ полученных результатов при помощи сравнения с измеренными данными о расходах воды. Для получения удовлетворительного результата расчетов были проведены многократные численные эксперименты, при которых уточнялись морфометрические характеристики и коэффициенты шероховатости.

Наилучшее совпадение рассчитанного и измеренного гидрографов приходится на многоводный год и год со средней водностью для равнинной реки. Это связано с тем, что при увеличении начального расхода воды уменьшается необходимость уточнения морфометрии и коэффициентов шероховатости.

## Список литературы.

1. <http://mosgruz.net/gidrot1r6part1.html>
2. Архангельский В.А. Расчеты неустановившегося движения в открытых руслах – М.-Л.: АН СССР, 1947
3. Барышников Н.Б. "Гидравлическое сопротивление речных русел" - СПб: РГГМУ, 2003
4. Белоконь П.Н. "Инженерная гидравлика потока под ледяным покровом" - М.: Госэнергоиздат, 1940
5. Бородачев В.Е. Льды Карского моря. СПб, Гидрометеиздат, 1998
6. Бурдыкина А.П. "Метод долгосрочного прогноза вскрытия и замерзания низовьев Оби и Енисея" - Тр.ААНИИ, т.234, в5, 1963
7. Виноградова Т.А., Никифоровская В.С. " О математическом моделировании формирования процессов тепломассопереноса в речных и озерно-речных системах" Сборник докладов Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов - Москва, 2015
8. Гидрологические ежегодники за 1940, 1941, 1950, 1955 , 1962, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972, 1973 года бассейна Черного моря, Карского моря, Баренцева моря
9. Гришанин К.В. "Гидравлическое сопротивление естественных русел рек" - Л.: Гидрометиздат, 1992
10. Грушевский М.С. «Волны попусков и паводков в реках». – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
11. Доронина Н.А. Особенности температурного режима воды в устьевой области р.Енисея в осенний период. Тр.ААНИИ, 1976
12. Кучмент Л.С. "Модели процессов формирования речного стока" - Л.: Гидрометиздат , 1980
13. Спицын И.П. "Общая и речная гидравлика" - Ленинград, Гидрометиздат, 1990
14. Чугаев Р.Р."Гидравлика" - М.: Энергия, 1970

## Приложение 1.

Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости

Таблица 1.1. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р. Териберка - пос. Териберка за 1971, 1970, 1972 годов.

р.Териберка - пос.Териберка 1971 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (%)	n
1	лдст	15.5	50.1	0.47	29.5	1.7	0.003	0.024
2	лдст	12.9	47.2	0.5	28.8	1.64	0.003	0.027
3	лдст	12.2	45.4	0.46	28.7	1.58	0.003	0.027
4	лдст	11.6	45.2	0.45	28.7	1.57	0.003	0.028
5	лдст	11.7	48.3	0.46	29.1	1.66	0.003	0.031
6	лдст	9.6	46.3	0.41	28.8	1.61	0.003	0.035
7	лдст	8.58	46.3	0.37	28.8	1.61	0.003	0.039
8	лдст	8.48	49.8	0.37	29.4	1.69	0.003	0.044
9	лдст	8.47	44.4	0.38	28.6	1.55	0.003	0.037
10	лдст	8.54	44.4	0.38	28.6	1.55	0.003	0.037
11	лдст	9.03	45.2	0.43	28.7	1.57	0.003	0.036
12	лдст	10	44.4	0.44	28.6	1.55	0.003	0.031
13	лдст	11.2	47.2	0.47	28.8	1.64	0.003	0.031
14	лдст	12.8	52.7	0.52	30.1	1.75	0.003	0.032
15	лдст	17.2	49.2	0.72	29.2	1.68	0.003	0.021
16	лдст	28.6	55.9	0.95	30.8	1.81	0.003	0.015
17	св	195	130	1.5	79	1.65	0.003	0.005
18	св	172	120	1.43	78.2	1.53	0.003	0.005
19	св	82.6	68.3	1.21	34	2.01	0.003	0.007
20	св	52.8	60.6	0.87	31.8	1.91	0.003	0.009
21	св	30.9	51.2	0.6	29.7	1.72	0.003	0.013
22	св	110	85	1.29	53.8	1.58	0.003	0.006
23	св	72.9	66.4	1.1	33.4	1.99	0.003	0.008
24	св	46.8	59.2	0.79	31.4	1.89	0.003	0.010
25	лдст	47.1	60.8	0.77	31.9	1.91	0.003	0.011
26	лдст	31.4	92.2	0.34	55.9	1.65	0.003	0.022
27	лдст	33.8	58.2	0.58	31.2	1.87	0.003	0.014
28	лдст	31.2	54.9	0.57	30.6	1.79	0.003	0.014
29	лдст	29.8	54.6	0.55	30.5	1.79	0.003	0.014
30	лдст	23.2	50.6	0.46	29.5	1.72	0.003	0.017
31	лдст	19.8	47.8	0.48	29.1	1.64	0.003	0.018
32	лдст	16	44.1	0.45	28.7	1.54	0.003	0.019
33	лдст	13.5	43.1	0.39	28.6	1.51	0.003	0.022

р.Териберка - пос.Териберка 1970 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (%)	n
1	лдст	9.21	41.7	0.3	28.4	1.47	0.003	0.032
2	лдст	9.69	42.5	0.36	28.5	1.49	0.003	0.031
3	лдст	8.8	46.4	0.32	28.8	1.61	0.003	0.04
4	лдст	9.15	45	0.35	28.7	1.57	0.003	0.036
5	лдст	8.93	46.7	0.36	28.8	1.62	0.003	0.040
6	лдст	8.11	47.9	0.34	29.1	1.65	0.003	0.045
7	лдст	7.11	43.6	0.34	28.6	1.53	0.003	0.045
8	лдст	6.03	41.6	0.36	28.4	1.47	0.003	0.049
9	лдст	5.42	41.9	0.34	28.4	1.48	0.003	0.055
10	лдст	5.07	42.2	0.32	28.5	1.48	0.003	0.059
11	лдст	5.26	42.8	0.34	28.5	1.5	0.003	0.058
12	лдст	4.73	39.7	0.28	28.3	1.4	0.003	0.058
13	лдст	12.8	47.3	0.6	29	1.63	0.003	0.028
14	лдст	31.6	64.2	0.88	32.9	1.95	0.003	0.017
15	лдст	149	117	1.27	77.8	1.51	0.003	0.006
16	св	164	121	1.32	78.5	1.58	0.003	0.005
17	св	107	86.3	1.24	53.9	1.6	0.003	0.006
18	св	35.3	53.1	0.67	30.4	1.75	0.003	0.012
19	св	24.1	49.2	0.49	29.3	1.68	0.003	0.016
20	св	16.2	43.3	0.37	28.6	1.52	0.003	0.019
21	св	14.7	42.7	0.34	28.5	1.5	0.003	0.021
22	св	9.76	39.1	0.25	28.3	1.38	0.003	0.027
23	св	7.93	37.4	0.21	28.1	1.33	0.003	0.031
24	св	19.8	45.3	0.44	28.8	1.57	0.003	0.017
25	св	21.6	47.4	0.46	29	1.63	0.003	0.017
26	св	42.6	56	0.76	30.9	1.81	0.003	0.011
27	св	64	64.5	0.99	32.9	1.96	0.003	0.009
28	лдст	56.3	62.9	0.9	32.5	1.93	0.003	0.009
29	лдст	26.1	58	0.46	31.2	1.86	0.003	0.018
30	лдст	22.2	49.5	0.46	29.4	1.68	0.003	0.017
31	лдст	18.6	49.7	0.53	29.4	1.69	0.003	0.021
32	лдст	16.8	49.8	0.49	29.4	1.69	0.003	0.023

р.Териберка - пос.Териберка 1972 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (%)	N
1	лдст	12.2	44.7	0.39	28.7	1.56	0.003	0.026
2	лдст	11.5	47.6	0.4	29	1.64	0.003	0.030
3	лдст	11	45.6	0.4	28.8	1.58	0.003	0.030
4	лдст	9.31	42.5	0.38	28.5	1.49	0.003	0.032
5	лдст	8.59	43.9	0.34	28.6	1.53	0.003	0.036
6	лдст	7.36	45.3	0.29	28.8	1.57	0.003	0.044
7	лдст	6.54	45	0.27	28.8	1.56	0.003	0.049
8	лдст	7.12	44.1	0.29	28.6	1.54	0.003	0.044
9	лдст	7.49	46.5	0.3	28.8	1.61	0.003	0.045
10	лдст	8.9	43.9	0.36	28.6	1.53	0.003	0.035
11	лдст	8.33	43.3	0.33	28.6	1.51	0.003	0.036
12	лдст	7.76	41.1	0.33	28.4	1.45	0.003	0.036
13	лдст	7.77	39.7	0.33	28.3	1.4	0.003	0.034
14	лдст	7.46	39.7	0.33	28.3	1.4	0.003	0.035
15	лдст	15.9	46.4	0.53	28.8	1.61	0.003	0.021
16	лдст	301	145	1.72	84	2.08	0.003	0.004
17	св	245	157	1.56	82.2	1.91	0.003	0.005
18	св	129	92.7	1.39	55.7	1.6	0.003	0.005
19	св	103	78.1	1.32	51.1	1.53	0.003	0.005
20	св	49.3	60.8	0.81	32	1.9	0.003	0.010
21	св	39.3	65	0.7	30.9	1.81	0.003	0.013
22	св	32.8	52	0.63	30.1	1.73	0.003	0.012
23	св	16.4	44.4	0.37	28.7	1.55	0.003	0.019
24	св	35.9	55.7	0.64	30.8	1.81	0.003	0.012
25	св	49.7	60.5	0.82	31.9	1.9	0.003	0.010
26	лдст	34.6	53.8	0.64	30.4	1.77	0.003	0.012
27	лдст	32.1	54.1	0.59	30.5	1.77	0.003	0.013
28	лдст	21.3	47.9	0.46	29.1	1.65	0.003	0.017
29	лдст	20.1	47.3	0.44	29	1.63	0.003	0.017
30	лдст	17.5	45.6	0.4	28.8	1.58	0.003	0.019
31	лдст	15.5	44.4	0.39	28.7	1.55	0.003	0.020
32	лдст	14.8	43.6	0.39	28.6	1.52	0.003	0.021
33	лдст	13.2	42.5	0.36	28.5	1.49	0.003	0.022

Продолжение приложения 1.

Таблица 1.2. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Кица – ст.Лопарская за 1965, 1970, 1967 года.

р.Кица - ст.Лопарская 1965 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	4.15	29.2	0.31	28.7	1.02	0.007	0.057
2	лдст	4.09	26.7	0.36	26.9	0.99	0.007	0.052
3	лдст	4.17	23	0.36	22.5	1.03	0.007	0.045
4	лдст	3.52	21.4	0.36	22.1	0.97	0.007	0.048
5	лдст	4.29	23.6	0.44	23.1	1.02	0.007	0.045
6	лдст	3.78	22.4	0.38	22.4	1.01	0.007	0.048
7	лдст	3.82	22.2	0.41	22.3	1.01	0.007	0.047
8	лдст	4.3	22.6	0.45	22.4	1.01	0.007	0.043
9	лдст	4.2	22.1	0.48	22.3	0.99	0.007	0.042
10	лдст	3.97	21.9	0.47	22.3	0.98	0.007	0.044
11	лдст	4.13	20.9	0.48	21.9	0.95	0.007	0.039
12	лдст	4.27	20.3	0.49	21.8	0.93	0.007	0.037
13	лдст	8.3	63.8	0.28	60.1	1.06	0.007	0.064
14	лдст	12.6	68.4	0.33	60.4	1.13	0.007	0.047
15	лдст	17.3	74.3	0.37	60.8	1.22	0.007	0.040
16	заб	41.5	95.7	0.43	62	1.54	0.007	0.025
17	рлдж	95.9	125	0.77	65.1	1.92	0.007	0.016
18	св	165	151	1.09	69.1	2.19	0.007	0.012
19	св	131	141	0.93	67.1	2.1	0.007	0.014
20	св	6.68	50	0.13	57.2	0.87	0.007	0.055
21	св	6.9	50	0.14	57.2	0.87	0.007	0.053
22	св	9.15	53.9	0.17	58	0.93	0.007	0.045
23	заб	11.3	58.7	0.19	59.2	0.99	0.007	0.042
24	заб	13.3	62.9	0.21	60	1.05	0.007	0.039
25	лдст	14.1	62.9	0.22	60	1.05	0.007	0.037
26	лдст	8.99	76.7	0.12	61	1.26	0.007	0.080
27	лдст	5.18	42.2	0.16	51.1	0.83	0.007	0.058
28	лдст	3.96	33.3	0.18	40.7	0.82	0.007	0.059

р.Кица - ст.Лопарская 1970 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	4.37	19.6	0.44	21.8	0.9	0.37	0.08
2	лдст	3.76	19.1	0.38	21.5	0.89	0.37	0.09
3	лдст	3.83	20.4	0.37	21.9	0.93	0.37	0.098
4	лдст	2.77	18.2	0.35	21.1	0.86	0.37	0.114
5	лдст	2.75	18.1	0.38	21	0.86	0.41	0.121
6	лдст	2.77	17.5	0.38	20.8	0.84	0.41	0.114
7	лдст	2.32	17.3	0.35	20.8	0.83	0.41	0.133
8	лдст	2.58	17.9	0.34	20.9	0.86	0.41	0.127
9	лдст	2.29	16.9	0.33	20.7	0.82	0.45	0.137
10	лдст	1.73	14.4	0.29	20.7	0.7	0.29	0.112
11	заб	27	85.2	0.32	61.9	1.37	0.007	0.033
12	св	54.3	107	0.51	63.4	1.3	0.007	0.020
13	св	22.4	78.4	0.29	31	1.29	0.007	0.035
14	св	10.6	59	0.18	58.7	1.01	0.007	0.047
15	св	12.4	38.7	0.06	55.1	0.7	0.007	0.021
16	св	10.1	57.5	0.18	58.6	0.98	0.007	0.047
17	св	15.6	68.1	0.23	59.8	1.14	0.007	0.040
18	св	14.6	66.4	0.22	59.6	1.12	0.007	0.041
19	св	11.5	61.6	0.19	59	1.04	0.007	0.046
20	св	10.9	59.8	0.18	58.8	1.02	0.007	0.047
21	св	27.1	82.6	0.33	61.3	1.35	0.007	0.031
22	св	25.4	80.8	0.31	61.2	1.32	0.007	0.032
23	св	23.7	78.4	0.3	61	1.29	0.007	0.033
24	св	20.6	76	0.27	60.7	1.25	0.007	0.036
25	св	25.9	82.1	0.32	61.3	1.34	0.007	0.032
26	лдст	8.42	62.5	0.22	53.4	1.17	0.22	0.122
27	лдст	8.29	47.2	0.24	51.4	0.92	0.25	0.085
28	лдст	7.56	36.4	0.28	40.9	0.89	0.29	0.076
29	лдст	6.97	22.4	0.47	22.6	0.99	0.44	0.067

р.Кица - ст.Лопарская 1967 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	4.95	19.1	0.4	21.4	0.89	0.48	0.078
2	лдст	5.13	19.8	0.46	21.7	0.91	0.38	0.071
3	лдст	4.1	19.1	0.37	21.4	0.89	0.34	0.079
4	лдст	4.18	20.3	0.38	21.8	0.93	0.38	0.090
5	лдст	4.71	21.4	0.41	22.2	0.96	0.38	0.086
6	лдст	4.39	22.1	0.43	22.4	0.99	0.46	0.107
7	лдст	3.57	21	0.38	22	0.95	0.46	0.122
8	лдст	3.47	21.2	0.37	22	0.96	0.55	0.139
9	лдст	3.39	20	0.39	21.8	0.92	0.59	0.136
10	лдст	3.81	19.8	0.43	21.7	0.91	0.67	0.126
11	лдст	21.3	71.3	0.4	59.1	1.21	0.98	0.119
12	лдст	31.3	85.7	0.37	59.4	1.44	0.007	0.028
13	св	24.6	77	0.31	59.3	1.3	0.007	0.030
14	св	26	77	0.34	59.3	1.3	0.007	0.028
15	св	73.2	115	0.64	63.5	1.81	0.007	0.019
16	св	79	115	0.69	63.5	1.81	0.007	0.017
17	св	106	125	0.85	65.1	1.92	0.007	0.015
18	св	160	150	1.07	59.2	2.17	0.007	0.013
19	св	172	156	1.1	70.1	2.23	0.007	0.012
20	св	140	140	1	67.4	2.08	0.007	0.013
21	св	140	143	0.98	67.6	2.12	0.007	0.014
22	св	117	134	0.87	66.5	2.02	0.007	0.015
23	св	86	120	0.72	64.4	1.86	0.007	0.017
24	св	65.4	107	0.61	62.7	1.71	0.007	0.019
25	св	67.7	107	0.63	62.7	1.71	0.007	0.018
26	св	55.6	102	0.55	62.4	1.63	0.007	0.020
27	св	45.1	97.2	0.46	61.9	1.57	0.007	0.023
28	св	40.9	90.4	0.45	61.5	1.47	0.007	0.023
29	св	38.3	90.4	0.42	61.5	1.47	0.007	0.025
30	св	32.3	83.6	0.39	61.4	1.36	0.007	0.026
31	св	20.4	70.3	0.29	60.4	1.16	0.007	0.031
32	св	17.4	66.8	0.26	60.2	1.11	0.007	0.033
33	св	10.7	56.8	0.19	59.8	0.95	0.007	0.041
34	св	30.2	82.1	0.37	61.4	1.34	0.007	0.027
35	св	22.1	76.8	0.29	61.1	1.26	0.007	0.033
36	св	24.1	76.8	0.31	61.1	1.26	0.007	0.030
37	св	18	72	0.25	60.5	1.19	0.007	0.036
38	св	19.4	72	0.27	60.5	1.19	0.007	0.034
39	заб	15.8	67.4	0.23	60.3	1.12	0.007	0.037
40	заб	14.3	67.4	0.21	60.3	1.12	0.007	0.041
41	заб	23.8	81	0.29	61.4	1.32	0.007	0.033
42	заб	17.6	70.4	0.25	60.4	1.17	0.007	0.036
43	лдст	12.7	81.3	0.16	61.4	1.32	0.007	0.062
44	лдст	4.77	44.2	0.16	51.8	0.85	0.007	0.067
45	лдст	5.02	27.2	0.26	28.6	0.95	0.007	0.042

Продолжение приложения 1.

Таблица 1.3. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Лотта - пос.Каллокоски за 1965, 1973, 1971 года.

р.Лотта - пос.Каллокоски 1965 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	9.41	114	0.14	78	1.46	0.001	0.049
2	лдст	8.29	116	0.12	78	1.49	0.001	0.058
3	лдст	8.01	113	0.13	77.9	1.45	0.001	0.057
4	заб	36.5	139	0.26	79.1	1.76	0.001	0.018
5	заб	43.4	146	0.3	79.1	1.85	0.001	0.016
6	св	54.4	154	0.35	79.4	1.94	0.001	0.014
7	св	105	188	0.56	81.3	2.31	0.001	0.01
8	св	135	204	0.66	85.4	2.39	0.001	0.009
9	св	177	230	0.77	87.9	2.62	0.001	0.008
10	св	147	216	0.68	86.4	2.5	0.001	0.009
11	св	125	202	0.62	83.1	2.43	0.001	0.009
12	св	81	174	0.47	80.2	2.17	0.001	0.011
13	св	49.5	152	0.33	79.4	1.91	0.001	0.015
14	св	70.7	168	0.42	79.9	2.1	0.001	0.012
15	лдст	40.1	143	0.28	79.1	1.81	0.001	0.017
16	лдст	27.7	135	0.23	79	1.71	0.001	0.022

р.Лотта - пос.Каллокоски 1973 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	14.4	132	0.14	78.3	1.69	0.006	0.104
2	лдст	12.1	130	0.12	78.2	1.66	0.006	0.121
3	лдст	11.7	129	0.13	78.2	1.65	0.006	0.123
4	лдст	10.2	131	0.11	78.3	1.67	0.006	0.145
5	лдст	9.57	130	0.11	78.2	1.66	0.006	0.152
6	лдст	8.73	130	0.1	78.2	1.66	0.006	0.167
7	лдст	9.48	126	0.11	77.8	1.62	0.006	0.147
8	лдст	7.84	121	0.1	77.2	1.57	0.006	0.167
9	рлдх	92.8	203	0.46	82.7	2.46	0.006	0.032
10	св	147	233	0.63	87.9	2.66	0.006	0.024
11	св	201	266	0.76	91.5	2.91	0.006	0.022
12	св	153	239	0.64	88.6	2.7	0.006	0.024
13	св	19	136	0.14	79	1.72	0.006	0.082
14	св	15.5	131	0.12	78.5	1.67	0.006	0.095
15	св	14.6	131	0.11	78.5	1.67	0.006	0.101
16	св	12.3	128	0.1	78.4	1.63	0.006	0.115
17	св	12.1	131	0.12	78.5	1.67	0.006	0.122
18	лдст	10	121	0.09	77.6	1.56	0.006	0.13
19	лдст	9.99	118	0.1	78.1	1.51	0.006	0.124
20	лдст	11	121	0.12	78.3	1.54	0.006	0.117
21	лдст	10.4	122	0.11	78.5	1.55	0.006	0.126
22	лдст	10.6	123	0.12	78.6	1.56	0.006	0.125

р.Лотта - пос.Каллокоски 1971 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	9.38	128	0.1	77.7	1.65	0.007	0.158
2	лдст	8.99	127	0.1	77.7	1.63	0.007	0.163
3	лдст	9.17	126	0.1	77.6	1.32	0.007	0.137
4	лдст	7.98	127	0.09	77.7	1.63	0.007	0.183
5	лдст	5.4	125	0.08	77.4	1.61	0.007	0.264
6	лдст	6.28	122	0.09	77	1.58	0.007	0.219
7	лдст	6.74	120	0.1	76.7	1.56	0.007	0.199
8	лдст	6.33	118	0.1	76.6	1.54	0.007	0.206
9	лдст	9.48	121	0.15	76.9	1.57	0.007	0.143
10	лдст	39.8	164	0.24	80.9	2.03	0.007	0.055
11	св	91.6	199	0.46	82.5	2.41	0.007	0.032
12	св	138	230	0.6	84.8	2.71	0.007	0.027
13	св	100	207	0.48	83	2.49	0.007	0.032
14	св	73.8	188	0.39	81.7	2.3	0.007	0.037
15	св	49.8	170	0.29	81.1	2.1	0.007	0.047
16	св	30	155	0.19	80.6	1.92	0.007	0.066
17	св	46.4	169	0.27	81	2.09	0.007	0.049
18	св	37.6	159	0.24	80.6	1.97	0.007	0.055
19	св	54.7	176	0.31	81.4	2.16	0.007	0.045
20	св	36.6	160	0.23	80.8	1.98	0.007	0.057
21	св	106	212	0.5	83.2	2.55	0.007	0.031
22	св	101	207	0.49	83	2.49	0.007	0.031
23	лдст	36.5	161	0.23	80.8	1.99	0.007	0.058
24	лдст	19.1	145	0.15	79	1.84	0.007	0.095
25	лдст	19.4	147	0.15	79	1.86	0.007	0.095
26	лдст	18.2	141	0.16	79	1.78	0.007	0.095

Продолжение приложения 1.

Таблица 1.4. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. за 1965, 1970, 1966 года.

р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1965 г.								
№ пп	Сост. реки	Q	W	V	B	H	I	n
1	лдст	9.5	219	0.06	95.4	2.3	0.002	0.193
2	лдст	8.68	214	0.05	95.2	2.25	0.002	0.203
3	лдст	7.65	221	0.05	95.4	2.32	0.002	0.243
4	лдст	7.62	224	0.05	95.6	2.34	0.002	0.248
5	лдст	7.16	222	0.05	95.5	2.32	0.002	0.261
6	лдст	6.86	222	0.05	95.5	2.32	0.002	0.272
7	лдст	7.55	220	0.05	95.4	2.31	0.002	0.244
8	лдст	11.7	227	0.07	95.7	2.37	0.002	0.165
9	лдст	18.4	236	0.1	95.8	2.46	0.002	0.112
10	рлдж	80.7	283	0.29	97.6	2.9	0.002	0.034
11	св	177	339	0.52	100	3.39	0.002	0.021
12	св	284	391	0.73	103	3.8	0.002	0.016
13	св	370	438	0.84	105	4.17	0.002	0.015
14	св	313	410	0.76	104	3.94	0.002	0.016
15	св	198	354	0.56	101	3.5	0.002	0.02
16	св	142	319	0.45	99.5	3.21	0.002	0.023
17	св	190	351	0.54	101	3.48	0.002	0.02
18	св	110	298	0.37	98.9	3.01	0.002	0.027
19	св	73	275	0.27	97.6	2.82	0.002	0.036
20	св	55.8	262	0.21	97.2	2.7	0.002	0.044
21	св	39.3	247	0.16	96.2	2.57	0.002	0.057
22	лдст	40.8	253	0.17	96.8	2.61	0.002	0.056
23	лдст	29	243	0.13	96.2	2.53	0.002	0.075
24	лдст	28.9	244	0.13	96.2	2.54	0.002	0.075
25	лдст	22.5	232	0.11	95.9	2.42	0.002	0.089
26	лдст	14.4	225	0.07	95.6	2.35	0.002	0.132
27	лдст	13.4	223	0.07	95.3	2.33	0.002	0.14

р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1970 г.								
№ пп	Сост. реки	Q	W	V	B	H	I	n
1	лдст	7.98	279	0.03	116	2.4	0.003	0.365
2	лдст	10.4	279	0.05	116	2.4	0.003	0.28
3	лдст	13.3	278	0.06	116	2.4	0.003	0.218
4	лдст	9.67	279	0.05	116	2.4	0.003	0.302
5	лдст	12	284	0.06	116	2.45	0.003	0.251
6	лдст	10.8	280	0.05	116	2.41	0.003	0.272
7	лдст	9.89	272	0.05	116	2.34	0.003	0.283
8	лдст	9.31	269	0.05	116	2.32	0.003	0.295
9	лдст	8.77	273	0.05	116	2.35	0.003	0.321
10	лдст	9.02	270	0.06	116	2.33	0.003	0.307
11	св	10.4	268	0.06	116	2.31	0.003	0.263
12	св	12.5	279	0.06	116	2.4	0.003	0.233
13	св	81.2	373	0.22	120	3.11	0.003	0.057
14	св	117	397	0.29	120	3.31	0.003	0.044
15	св	135	421	0.32	121	3.48	0.003	0.042
16	св	129	404	0.32	120	3.37	0.003	0.041
17	св	93.6	383	0.24	120	3.19	0.003	0.052
18	св	75.5	359	0.21	120	2.99	0.003	0.058
19	св	23	303	0.08	117	2.59	0.003	0.145
20	св	23.3	303	0.08	117	2.59	0.003	0.143
21	св	12.5	292	0.04	117	2.5	0.003	0.251
22	св	23.4	306	0.08	118	2.6	0.003	0.144
23	лдст	14	294	0.05	117	2.52	0.003	0.227
24	лдст	13.2	292	0.05	117	2.5	0.003	0.238
25	лдст	13	290	0.05	116	2.5	0.003	0.076

р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1966 г.								
№ пп	Сост. реки	Q	W	V	B	H	I	n
1	лдст	10.6	226	0.06	95.6	2.36	0.002	0.165
2	лдст	8.76	222	0.05	95.5	2.32	0.002	0.194
3	лдст	7.77	37.7	0.32	50	0.75	0.002	0.017
4	лдст	9.07	35.8	0.44	49.5	0.72	0.002	0.014
5	лдст	7.69	216	0.05	95.4	2.25	0.002	0.21
6	лдст	7.64	36.8	0.4	49.5	0.74	0.002	0.017
7	лдст	8.59	34.9	0.47	49.3	0.71	0.002	0.014
8	лдст	8.95	41.4	0.53	51.5	0.8	0.002	0.017
9	лдст	8.62	36.3	0.49	49.5	0.73	0.002	0.015
10	лдст	8.84	215	0.06	95.3	2.26	0.002	0.183
11	лдст	10.7	215	0.07	95.3	2.26	0.002	0.151
12	лдст	8.82	215	0.06	95.4	2.25	0.002	0.182
13	лдст	11.6	215	0.08	95.4	2.25	0.002	0.139
14	лдст	16.4	226	0.1	95.6	2.36	0.002	0.106
15	лдст	34.9	240	0.16	96.2	2.5	0.002	0.055
16	лдст	44.9	251	0.19	96.8	2.59	0.002	0.046
17	лдст	43.3	251	0.19	96.8	2.59	0.002	0.048
18	лдст	35.6	243	0.16	96.2	2.52	0.002	0.055
19	лдст	38	243	0.17	96.2	2.52	0.002	0.052
20	лдст	30.4	236	0.14	96.1	2.46	0.002	0.062
21	лдст	29.9	236	0.14	96.1	2.46	0.002	0.063
22	лдст	24.2	227	0.12	95.7	2.37	0.002	0.073
23	лдст	21.3	227	0.11	95.7	2.37	0.002	0.083
24	лдст	22.7	227	0.11	95.7	2.37	0.002	0.077
25	лдст	12.3	212	0.07	95.2	2.23	0.002	0.128
26	лдст	15.6	212	0.09	95.2	2.23	0.002	0.101



Продолжение приложения 1.

Таблица 1.5. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Сосна - г.Елец за 1940, 1750, 1955 года

р.Сосна - г.Елец 1940 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	17.2	50.4	0.34	89	0.78	0.23	0.119
2	лдст	17.6	49.1	0.36	91	0.79	0.23	0.114
3	лдст	18.3	51.2	0.36	95	0.85	0.16	0.1
4	лдст	21.3	54.2	0.39	96.5	0.89	0.21	0.108
5	лдст	20.6	54	0.38	97.2	0.89	0.25	0.121
6	лдст	31.1	68.3	0.46	101	0.96	0.1	0.068
7	лдст	1350	1170	1.15	208	5.62	0.08	0.077
8	лдст	871	687	1.27	156	4.82	0.079	0.063
9	лдст	925	723	1.28	162	4.92	0.091	0.068
10	лдст	2310	1450	1.59	215	6.74	0.23	0.107
11	лдст	2200	1470	1.5	215	6.84	0.23	0.115
12	лдст	2380	1550	1.44	217	7.14	0.16	0.097
13	лдст	1880	1460	1.29	215	6.79	0.21	0.128
14	лдст	1550	1310	1.18	212	6.18	0.14	0.106
15	лдст	1370	1210	1.13	209	5.79	0.21	0.131
16	лдст	782	687	1.14	156	4.82	0.25	0.125
17	лдст	463	470	0.99	155	3.29	0.08	0.064
18	лдст	379	394	0.96	152	2.8	0.14	0.077
19	лдст	355	360	0.99	151	2.56	0.12	0.066
20	лдст	660	564	1.17	156	3.94	0.14	0.08
21	лдст	1150	809	1.42	164	5.45	0.16	0.087
22	лдст	1080	815	1.33	164	5.5	0.16	0.094
23	св	649	610	1.06	156	4.27	0.13	0.089
24	св	454	456	1	155	3.18	0.12	0.075
25	св	284	321	0.88	149	2.31	0.12	0.068
26	св	257	298	0.86	148	2.14	0.13	0.069
27	св	40	82.6	0.48	94.5	0.87	0.21	0.086
28	св	22.1	56	0.39	80.2	0.7	0.13	0.072
29	св	18.5	52	0.35	73.6	0.71	0.12	0.077
30	св	23.8	61	0.39	79.5	0.77	0.11	0.071
31	св	25.4	64	0.39	79.7	0.81	0.093	0.067
32	лдст	22.5	71.1	0.32	93.5	1.02	0.095	0.099

р.Сосна - г.Елец 1955 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	31.3	76.5	0.41	154	0.7	0.19	0.084
2	лдст	89.9	175	0.51	175	1.31	0.19	0.102
3	лдст	40.2	81.8	0.49	136	0.73	0.12	0.057
4	лдст	50.9	164	0.31	171	1.74	0.13	0.168
5	лдст	35.2	123	0.29	164	1.18	0.13	0.141
6	лдст	1440	1110	1.3	188	0.67	0.12	0.02
7	лдст	2400	1330	1.8	188	0.79	0.18	0.02
8	лдст	2060	1220	1.69	188	0.73	0.2	0.021
9	лдст	1880	1180	1.59	188	0.69	0.26	0.025
10	лдст	1730	1130	1.53	188	0.65	0.24	0.024
11	лдст	1310	980	1.34	174	0.61	0.26	0.027
12	лдст	1120	904	1.24	174	0.56	0.22	0.026
13	лдст	1870	1130	1.65	188	0.65	0.2	0.02
14	св	580	612	0.95	172	3.81	0.17	0.106
15	св	463	511	0.91	169	3.22	0.14	0.09
16	св	284	348	0.82	155	2.35	0.12	0.075
17	св	182	247	0.74	145	1.75	0.12	0.068
18	св	158	199	0.79	169	1.18	0.092	0.043
19	св	221	253	0.87	181	1.4	0.13	0.052
20	св	115	158	0.73	145	1.09	0.11	0.048
21	св	99.1	135	0.73	142	0.95	0.13	0.047
22	св	63.6	91	0.7	86.3	1.2	0.1	0.051
23	св	43.4	76.9	0.56	80.3	1.01	0.12	0.062
24	св	86.7	124	0.7	103	0.92	0.087	0.04
25	св	42.2	79.3	0.53	78.6	0.87	0.1	0.054
26	св	32.1	69.1	0.46	75.5	1.09	0.063	0.057
27	св	24.6	63.2	0.39	73	0.91	0.073	0.065
28	св	46.3	91.5	0.51	84.3	0.87	0.17	0.074
29	св	25.8	68.3	0.38	75.3	0.85	0.17	0.098
30	св	23.4	65.8	0.37	72.3	0.57	0.044	0.041
31	св	22.2	60.9	0.36	72	0.93	0.055	0.061
32	св	21.6	61.5	0.35	72	0.89	0.057	0.063
33	св	24	63	0.38	72.3	0.89	0.067	0.063
34	св	28.9	69.7	0.41	74.7	0.89	0.058	0.054
35	лдст	25.7	65.9	0.9	74	0.89	0.058	0.057

р.Сосна - г.Елец 1950 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	15.9	41	0.39	77.6	0.9	0.15	0.093
2	лдст	20.6	47	0.44	85	0.94	0.23	0.105
3	лдст	106	201	0.53	146	1.43	0.16	0.096
4	лдст	81.8	160	0.51	140	1.18	0.21	0.1
5	лдст	70.4	151	0.47	140	1.12	0.25	0.116
6	лдст	95	190	0.5	145	1.37	0.1	0.078
7	лдст	67.5	129	0.52	128	1.05	0.08	0.056
8	лдст	256	392	0.65	156	2.61	0.08	0.082
9	лдст	356	480	0.74	158	3.19	0.08	0.083
10	лдст	718	598	1.2	158	3.98	0.23	0.1
11	лдст	598	530	1.13	158	3.53	0.23	0.099
12	лдст	626	520	1.2	158	3.46	0.16	0.076
13	лдст	573	516	1.11	158	3.43	0.21	0.094
14	св	654	583	1.12	158	3.87	0.25	0.11
15	св	517	508	1.02	158	3.37	0.1	0.07
16	св	366	387	0.95	156	2.58	0.14	0.074
17	св	217	259	0.84	145	1.85	0.12	0.062
18	св	119	201	0.59	140	1.46	0.14	0.081
19	св	100	169	0.59	137	1.24	0.16	0.078
20	св	44.1	70.6	0.62	78.7	0.9	0.16	0.06
21	св	20.9	45.9	0.46	62.7	0.73	0.13	0.064
22	св	22.5	49.5	0.45	61.5	0.8	0.12	0.066
23	св	49.9	81.3	0.61	87.7	0.93	0.12	0.054
24	св	75.2	131	0.57	152	0.86	0.13	0.057
25	св	33.1	65.4	0.51	69.2	0.94	0.13	0.068
26	св	20.3	52.1	0.4	63	0.83	0.14	0.085
27	св	24	53.6	0.45	62.7	0.85	0.13	0.072
28	св	19.3	50.4	0.38	60	0.84	0.21	0.107
29	св	34.8	66.3	0.52	69.8	0.95	0.12	0.064
30	св	21.8	52.5	0.42	62	0.85	0.13	0.078
31	св	24	53.5	0.45	62.4	0.86	0.14	0.075
32	св	19.7	48	0.41	61.1	0.79	0.13	0.075
33	св	20.9	49.4	0.42	61.5	0.8	0.21	0.093
34	св	20.2	49	0.41	61.1	0.8	0.12	0.072
35	св	22	51.4	0.43	62.2	0.83	0.23	0.099
36	св	26	54.8	0.46	66	0.83	0.23	0.089
37	св	25	54.1	0.46	63.5	0.85	0.14	0.073
38	св	26	56.7	0.46	64.2	0.88	0.13	0.072
39	св	33	64.4	0.51	68	0.95	0.21	0.086
40	лдст	20	53.6	0.38	63.5	0.84	0.12	0.083
41	лдст	26	77	0.33	77.5	0.99	0.11	0.098
42	лдст	19	94.5	0.19	159	0.69	0.11	0.129
43	лдст	20	52.4	0.38	72	0.91	0.1	0.078

Продолжение приложения 1.

Таблица 1.6. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Дон - ст.Раздорская за 1940, 1962, 1950 года.

р.Дон - ст.Раздорская 1940 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	82.6	1320	0.06	292	4.52	0.016	0.175
2	лдст	97	1260	0.08	290	4.34	0.016	0.138
3	лдст	230	1380	0.17	292	4.73	0.016	0.068
4	лдст	217	1360	0.17	292	4.66	0.016	0.07
5	лдст	244	1360	0.19	292	4.66	0.016	0.062
6	лдст	224	1330	0.19	290	4.59	0.016	0.066
7	лдст	203	1300	0.17	290	4.48	0.016	0.07
8	лдст	196	1300	0.16	290	4.48	0.016	0.072
9	лдст	192	1310	0.16	290	4.52	0.016	0.075
10	лдст	199	1310	0.17	290	4.52	0.016	0.072
11	лдст	197	1320	0.17	290	4.55	0.016	0.074
12	лдст	179	1320	0.15	290	4.55	0.016	0.081
13	лдст	185	1360	0.16	290	4.69	0.016	0.082
14	лдст	411	1590	0.28	303	5.25	0.016	0.047
15	лдст	692	1850	0.41	310	5.97	0.016	0.035
16	лдст	961	2110	0.49	316	6.68	0.016	0.031
17	лдст	1250	2360	0.56	324	7.28	0.016	0.028
18	лдст	1420	2490	0.6	327	7.61	0.016	0.027
19	лдст	1500	2560	0.62	331	7.73	0.016	0.027
20	лдст	1530	2590	0.62	331	7.82	0.016	0.027
21	лдст	1310	2490	0.55	333	7.48	0.016	0.029
22	св	3540	3040	1.16	352	8.64	0.016	0.014
23	св	3580	3040	1.19	352	8.6	0.019	0.016
24	св	3650	3060	1.19	355	8.62	0.016	0.014
25	св	3720	3060	1.22	353	8.67	0.017	0.014
26	св	3750	3110	1.14	344	8.7	0.019	0.015
27	св	3400	2990	1.14	348	8.59	0.021	0.017
28	св	3820	3130	1.12	350	8.5	0.013	0.012
29	св	3240	3000	1.08	348	8.62	0.013	0.014
30	св	3280	3010	1.09	348	8.65	0.015	0.015
31	св	3700	3100	1.13	345	8.65	0.019	0.015
32	св	3320	2970	1.12	348	8.53	0.016	0.015
33	св	3700	3100	1.1	352	8.49	0.019	0.015
34	св	3070	2940	1.04	344	8.55	0.016	0.016
35	св	3430	2280	1.14	348	8.68	0.014	0.011
36	св	3710	3090	1.2	350	8.85	0.014	0.013
37	св	4540	3260	1.26	368	8.7	0.014	0.011
38	св	4060	3170	1.28	361	8.78	0.017	0.014
39	св	4000	3200	1.25	361	8.86	0.018	0.015
40	св	5020	3410	1.27	366	8.6	0.014	0.011
41	св	3810	3150	1.21	359	8.77	0.016	0.014

р.Дон - ст.Раздорская 1962 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	121	1020	0.12	316	3.23	0.022	0.086
2	лдст	164	1090	0.16	325	3.35	0.021	0.068
3	лдст	523	1310	0.4	261	5	0.028	0.039
4	лдст	847	1460	0.58	264	5.5	0.022	0.025
5	лдст	733	1290	0.57	266	4.85	0.025	0.025
6	лдст	583	1600	0.36	279	5.7	0.038	0.054
7	лдст	800	1790	0.45	348	5.1	0.005	0.015
8	лдст	778	1710	0.45	346	4.94	0.030	0.035
9	лдст	664	1580	0.42	343	4.61	0.031	0.037
10	лдст	689	1590	0.43	339	4.69	0.028	0.034
11	лдст	725	1610	0.45	338	4.76	0.031	0.035
12	лдст	906	1750	0.52	340	5.1	0.033	0.033
13	лдст	819	1690	0.48	340	4.97	0.031	0.033
14	лдст	583	1730	0.34	340	5.1	0.037	0.053
15	лдст	532	1640	0.33	337	4.87	0.042	0.057
16	лдст	775	1700	0.46	340	5	0.043	0.042
17	лдст	822	1740	0.47	341	5.1	0.045	0.042
18	св	687	1600	0.43	336	4.76	0.021	0.03
19	св	521	1440	0.36	330	4.36	0.019	0.022
20	св	435	1350	0.32	327	4.13	0.020	0.036
21	св	292	1160	0.25	319	3.64	0.017	0.039
22	св	181	1010	0.18	307	3.29	0.012	0.043
23	св	124	675	0.18	165	4.09	0.011	0.046
24	св	227	1050	0.22	308	3.41	0.016	0.042
25	св	263	1130	0.23	315	3.59	0.012	0.035
26	св	309	1180	0.26	319	3.7	0.012	0.032
27	св	480	1330	0.36	326	4.08	0.014	0.026
28	св	679	1510	0.45	333	4.53	0.014	0.023
29	св	876	1660	0.45	340	4.88	0.011	0.018
30	св	1020	1780	0.53	342	5.2	0.018	0.022
31	св	978	1760	0.57	342	5.1	0.016	0.021
32	св	1210	1930	0.56	343	5.6	0.023	0.024
33	св	1340	1990	0.63	344	5.8	0.021	0.022
34	св	1250	1970	0.67	344	5.7	0.018	0.021
35	св	1620	2180	0.63	347	6.3	0.015	0.018
36	св	1850	2270	0.74	347	6.5	0.018	0.018
37	св	2020	2380	0.81	349	3.8	0.031	0.016
39	св	2020	2240	0.88	340	6.8	0.031	0.022
40	св	2200	2480	0.89	353	7	0.031	0.023
42	св	2210	2500	0.92	365	7.1	0.031	0.023
43	св	2420	2630	0.92	370	7.1	0.031	0.022

р.Дон - ст.Раздорская 1950 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	85	1360	0.05	293	4.78	0.002	0.064
2	лдст	115	1320	0.09	293	4.85	0.002	0.047
3	лдст	140	1320	0.11	293	4.91	0.002	0.039
4	лдст	153	1290	0.12	293	4.88	0.002	0.034
5	лдст	138	1290	0.11	295	4.88	0.004	0.054
6	лдст	171	1370	0.12	295	5.1	0.006	0.058
7	лдст	258	1510	0.19	297	5.5	0.009	0.055
8	лдст	415	1670	0.25	303	5.8	0.016	0.052
9	лдст	604	1420	0.43	290	4.9	0.016	0.027
10	св	576	1680	0.34	300	5.6	0.016	0.037
11	св	592	1670	0.35	299	5.6	0.016	0.036
12	св	637	1660	0.37	302	5.6	0.016	0.033
13	св	583	1840	0.35	300	5.5	0.016	0.039
14	св	801	1840	0.44	305	6	0.017	0.031
15	св	968	1910	0.51	306	6.2	0.022	0.031
16	св	1120	2010	0.56	309	6.5	0.015	0.024
17	св	1270	2110	0.6	311	6.8	0.018	0.025
18	св	1410	2190	0.64	313	7	0.018	0.024
19	св	1490	2230	0.67	315	7.1	0.021	0.025
20	св	1640	2160	0.73	317	7.1	0.024	0.024
21	св	1530	2060	0.69	318	7	0.014	0.018
22	св	1370	2111	0.63	314	6.9	0.019	0.024
23	св	1260	2020	0.59	311	6.8	0.019	0.025
24	св	1180	1929	0.57	311	6.6	0.021	0.026
25	св	1080	1838	0.55	308	6.4	0.018	0.025
26	св	930	1747	0.49	307	6.29	0.017	0.026
27	св	765	1656	0.44	304	6.14	0.014	0.027
28	св	698	1640	0.4	302	5.99	0.023	0.037
29	св	614	1640	0.36	299	5.84	0.023	0.042
30	св	548	1640	0.33	297	5.69	0.018	0.04
31	св	447	1500	0.3	294	5.54	0.017	0.043
32	св	367	1450	0.25	294	5.39	0.017	0.05
33	св	327	1380	0.24	292	5.24	0.023	0.061
34	св	252	1300	0.19	289	4.5	0.019	0.061
35	св	201	1240	0.16	288	4.31	0.013	0.028
36	св	231	1250	0.18	288	3.43	0.010	0.039
37	св	210	1220	0.17	286	4.27	0.010	0.048
38	св	192	1180	0.16	280	4.21	0.001	0.016
39	св	181	1170	0.15	283	4.13	0.009	0.05
40	св	236	1250	0.19	287	4.36	0.004	0.028
41	св	274	1330	0.21	291	4.57	0.007	0.035

Продолжение приложения 1.

Продолжение табл.1.6.

42	св	4520	3240	1.18	360	8.72	0.013	0.011
43	св	3530	3110	1.14	350	8.89	0.017	0.016
44	св	4020	3150	1.1	350	8.8	0.013	0.012
45	св	3320	3040	1.09	348	8.74	0.015	0.015
46	св	3740	3100	1.12	350	8.68	0.009	0.011
47	св	2940	3020	0.97	346	8.73	0.009	0.013
48	св	2850	3000	0.95	344	8.72	0.009	0.013
49	св	3150	2990	1.15	352	8.5	0.009	0.012
50	св	2760	2970	0.93	343	8.66	0.013	0.016
51	св	2610	2900	0.9	340	8.53	0.013	0.017
52	св	2760	2900	0.9	335	8.45	0.013	0.016
53	св	2700	2790	0.86	336	8.3	0.016	0.017
54	св	2450	2710	0.84	340	8.2	0.013	0.016
55	св	2010	2640	0.76	332	7.95	0.016	0.021
56	св	1660	2520	0.66	328	7.68	0.016	0.024
57	св	1400	2390	0.59	325	7.35	0.019	0.028
58	св	1260	2270	0.56	321	7.07	0.020	0.03
59	св	1150	2160	0.53	318	6.79	0.025	0.034
60	св	979	2060	0.48	316	6.52	0.028	0.039
61	св	889	1980	0.45	313	6.33	0.018	0.032
62	св	857	1920	0.45	310	6.19	0.024	0.037
63	св	753	1840	0.41	307	5.99	0.016	0.032
64	св	680	1780	0.38	305	5.84	0.014	0.032
65	св	604	1710	0.35	304	5.62	0.021	0.041
66	св	491	1640	0.3	300	5.47	0.012	0.036
67	св	434	1560	0.28	298	5.23	0.008	0.031
68	св	391	1490	0.26	296	5.03	0.003	0.019
69	св	314	1440	0.22	293	4.91	0.005	0.03
70	св	332	1440	0.23	293	4.91	0.012	0.043
71	св	297	1380	0.22	291	4.74	0.009	0.039
72	св	303	1360	0.22	290	4.69	0.007	0.033
73	св	313	1390	0.23	292	4.76	0.012	0.044
74	св	301	1400	0.22	293	4.78	0.009	0.04
75	св	313	1400	0.22	293	4.78	0.014	0.047
76	св	365	1440	0.25	294	4.9	0.012	0.039
77	св	365	1440	0.25	296	4.86	0.012	0.039
78	св	412	1480	0.28	296	5	0.009	0.032
79	св	504	1540	0.33	299	5.15	0.013	0.033
80	св	574	1560	0.37	299	5.22	0.018	0.035
81	лдст	361	1480	0.24	298	4.97	0.016	0.048
82	лдст	316	1530	0.21	298	5.13	0.021	0.066
83	лдст	223	1580	0.14	300	5.27	0.021	0.098
84	лдст	184	1540	0.12	300	2.13	0.019	0.06
85	лдст	246	1570	0.16	300	2.23	0.017	0.045
86	лдст	263	1580	0.17	300	2.27	0.021	0.048

46	св	2470	2710	0.93	369	7.3	0.031	0.023
47	св	2540	2730	0.93	373	7.3	0.031	0.023
50	св	2610	2790	0.88	376	7.8	0.031	0.023
51	св	2360	2690	0.88	372	7.2	0.021	0.019
52	св	2040	2510	0.81	354	7.1	0.033	0.026
53	св	2000	2440	0.82	352	6.9	0.019	0.019
54	св	1680	2360	0.71	349	6.8	0.007	0.013
55	св	1610	2280	0.71	348	6.6	0.016	0.02
56	св	1240	2090	0.59	345	6.1	0.021	0.026
57	св	1100	2010	0.55	344	5.8	0.023	0.028
58	св	1000	1930	0.52	344	5.6	0.023	0.029
59	св	987	1830	0.54	343	5.3	0.021	0.026
60	св	744	1710	0.44	339	5	0.004	0.013
61	св	726	1620	0.45	336	4.82	0.024	0.031
62	св	694	1570	0.44	335	4.69	0.005	0.014
63	св	729	1600	0.46	339	4.72	0.004	0.012
64	св	907	1730	0.52	341	5.1	0.009	0.017
65	св	744	1610	0.46	340	4.74	0.018	0.026
66	св	706	1580	0.45	337	4.69	0.006	0.015
67	св	695	1550	0.45	336	4.61	0.007	0.016
68	св	669	1550	0.43	336	4.61	0.011	0.021
69	св	659	1540	0.43	335	4.6	0.009	0.019
70	св	705	1580	0.45	337	4.69	0.005	0.014
71	св	649	1530	0.42	335	4.57	0.006	0.016
72	св	639	1510	0.42	334	4.52	0.011	0.021
73	св	581	1460	0.4	332	4.4	0.004	0.013
74	св	592	1460	0.41	332	4.4	0.017	0.027
75	св	511	1380	0.37	327	4.22	0.012	0.024
76	св	447	1330	0.34	325	4.09	0.015	0.029
77	св	370	1240	0.3	321	3.86	0.005	0.018
78	св	548	1510	0.36	334	4.52	0.033	0.043
79	св	325	1220	0.27	321	3.8	0.006	0.022
80	лдст	171	1300	0.13	325	4	0.009	0.057
81	лдст	320	1350	0.24	326	4.14	0.006	0.027
82	лдст	364	1450	0.26	330	4.39	0.004	0.021

42	св	373	1370	0.27	294	4.66	0.011	0.034
43	лдст	50	998	0.05	276	3.66	0.001	0.05
44	лдст	91.2	1170	0.08	281	4.16	0.002	0.047
45	лдст	202	1240	0.16	288	4.34	0.002	0.023

Продолжение приложение 1.

Таблица 1.7. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Ура - с.Ура-Губа за 1965, 1970, 1968 года

р.Ура - с.Ура-Губа 1965 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	4.99	26.8	0.42	37.8	0.71	0.016	0.171
2	лдст	4.24	27.6	0.36	37.8	0.73	0.017	0.218
3	лдст	6.21	29.7	0.4	38.1	0.78	0.017	0.167
4	лдст	5.74	32.1	0.44	38.5	0.83	0.013	0.178
5	лдст	4.63	32.8	0.34	38.6	0.85	0.016	0.254
6	лдст	6.85	32.4	0.4	38.6	0.84	0.018	0.179
7	лдст	4.12	32.8	0.3	37.8	0.87	0.043	0.15
8	лдст	3.99	34.3	0.3	38	0.9	0.049	0.177
9	лдст	5.46	29.1	0.33	38.2	0.76	0.086	0.13
10	лдст	5.63	26.8	0.34	37.9	0.71	0.093	0.116
11	лдст	5.5	34	0.3	38.6	0.88	0.043	0.118
12	лдст	4.12	32.8	0.3	37.8	0.87	0.043	0.15
13	лдст	6.85	32.4	0.4	38.6	0.84	0.018	0.179
14	св	23	41.7	0.55	39.7	0.98	0.019	0.078
15	св	32.4	33.2	0.98	38.6	0.86	0.021	0.042
16	св	20.1	26	0.77	37.7	0.69	0.017	0.042
27	св	32.1	30	1.07	38.6	0.87	0.086	0.025
18	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
19	св	14.7	18.5	0.58	36.5	0.51	0.043	0.017
20	св	16.3	21.3	0.67	36.8	0.58	0.056	0.022
21	св	18.2	23	0.62	36.4	0.49	0.086	0.023
22	св	15	17.9	0.61	36.5	0.49	0.043	0.015
23	св	17.2	16.3	0.5	36.2	0.45	0.031	0.01
24	св	17.3	26.9	0.44	36.2	0.47	0.031	0.017
25	св	13.9	18.9	0.3	35	0.37	0.031	0.012
26	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
27	св	27	28.4	0.95	37.9	0.75	0.016	0.035
28	св	19.3	25.5	0.76	37.7	0.68	0.016	0.041
29	св	22	28.4	0.95	37.9	0.75	0.016	0.043
30	лдст	19.4	25.1	0.8	38	0.77	0.017	0.045
31	лдст	18.4	54.6	0.42	42.2	1.3	0.010	0.112
32	лдст	8.95	45	0.28	40.1	1.12	0.010	0.171
33	лдст	9.84	33.2	0.42	38.6	0.86	0.015	0.118
34	лдст	7.93	29	0.44	38	0.76	0.018	0.129

р.Ура - с.Ура-Губа 1970 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	3.99	28.4	0.31	37.2	0.76	0.028	0.099
2	лдст	4.58	29.6	0.33	37.3	0.79	0.031	0.097
3	лдст	3.95	29.5	0.3	37.3	0.79	0.031	0.112
4	лдст	4.12	32.8	0.3	37.8	0.87	0.043	0.15
5	лдст	3.99	34.3	0.3	38	0.9	0.049	0.177
6	лдст	3.87	32.3	0.32	37.6	0.86	0.083	0.217
7	лдст	3.8	30.9	0.3	37.5	0.82	0.077	0.198
8	лдст	4.4	28	0.35	37.1	0.75	0.086	0.154
9	лдст	3.86	27.5	0.32	37.1	0.74	0.096	0.181
10	лдст	3.79	26.4	0.35	37	0.71	0.099	0.174
11	лдст	3.62	25	0.34	36.8	0.68	0.099	0.168
12	лдст	3.45	25	0.32	36.8	0.68	0.093	0.171
13	лдст	3.4	28.3	0.31	37.2	0.76	0.110	0.23
14	закр	6.26	29.2	0.44	37.3	0.78	0.074	0.108
15	св	46.9	39.8	1.18	38.8	1.03	0.090	0.026
27	св	31.9	30.4	1.07	38.6	0.87	0.086	0.025
40	св	15.4	22.6	0.67	37.8	0.65	0.068	0.029
18	св	11.9	16.9	0.3	35	0.37	0.031	0.013
19	св	16.6	22.9	0.72	36.5	0.63	0.074	0.028
20	св	14	21	0.67	36.3	0.85	0.056	0.032
30	св	11	17.9	0.61	36.5	0.49	0.043	0.021
31	св	10.7	18.5	0.58	36.5	0.51	0.043	0.023
16	св	6.29	15	0.42	35.3	0.42	0.037	0.026
17	св	4.31	13.6	0.32	35	0.39	0.031	0.03
18	св	3.93	12.9	0.3	35	0.37	0.031	0.03
34	св	5.62	14.2	0.64	36.8	0.49	0.056	0.037
39	св	7.39	16.9	0.44	36.2	0.47	0.031	0.024
17	св	6.31	15.6	0.32	35	0.39	0.031	0.023
18	св	3.93	12.9	0.3	35	0.37	0.031	0.03
19	св	16.6	22.9	0.72	36.5	0.63	0.074	0.028
20	св	14	21	0.67	36.3	0.85	0.056	0.032
21	заб	19.2	28.8	0.67	37.2	0.77	0.086	0.037
22	заб	19.1	42.8	0.71	39.4	1.09	0.099	0.075
23	лдст	10.6	34.3	0.42	38	0.9	0.080	0.085
24	лдст	7.95	28.8	0.38	37.2	0.77	0.037	0.059
25	лдст	7.95	27	0.44	37.1	0.73	0.043	0.057
26	лдст	8.26	27.2	0.49	37.1	0.73	0.049	0.059
27	лдст	7.73	26.8	0.47	37.1	0.72	0.049	0.062

р.Ура - с.Ура-Губа 1968 г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I (‰)	n
1	лдст	7.89	35.6	0.3	38.7	0.92	0.012	0.047
2	лдст	7.49	35.9	0.35	38.8	0.93	0.013	0.052
3	лдст	5.07	34.1	0.3	38.6	0.96	0.024	0.101
4	лдст	5.84	36.3	0.34	38.6	0.94	0.030	0.103
5	лдст	6.23	36.3	0.3	38.8	0.94	0.052	0.127
6	лдст	4.91	34.9	0.34	38.7	0.9	0.049	0.147
7	лдст	4.98	34.3	0.3	38.7	0.89	0.043	0.132
9	лдст	4.21	33.4	0.3	38.5	0.87	0.031	0.127
10	лдст	5.5	34	0.3	38.6	0.88	0.043	0.118
11	лдст	5.16	32.4	0.29	38.5	0.84	0.036	0.106
12	лдст	5.13	31	0.3	38.4	0.81	0.062	0.131
13	лдст	5.46	29.1	0.33	38.2	0.76	0.086	0.130
14	лдст	5.63	26.8	0.34	37.9	0.71	0.093	0.116
15	лдст	13.9	32.9	0.48	38.5	0.85	0.062	0.053
17	заб	42.9	38.9	1.1	39	1.01	0.043	0.019
18	св	51	40.6	1.26	39	1.04	0.068	0.021
19	св	71.4	50.2	1.42	40.6	1.24	0.080	0.023
20	св	95.2	56.1	1.7	41.7	1.35	0.110	0.024
21	св	113	63.4	1.78	42.3	1.5	0.120	0.025
22	св	163	75.5	2.16	43.4	1.74	0.120	0.023
23	св	113	64.3	1.76	42.4	1.52	0.120	0.026
24	св	80.5	52.3	1.54	41.2	1.27	0.120	0.026
25	св	56.7	43.9	1.29	39.5	1.11	0.099	0.026
26	св	39.8	35.3	1.13	38.7	0.91	0.086	0.024
27	св	35.9	33.4	1.07	38.6	0.87	0.086	0.025
28	св	18.4	24.5	0.75	37.7	0.65	0.062	0.025
29	св	17.3	22.8	0.76	37.7	0.6	0.062	0.023
30	св	11	17.9	0.61	36.5	0.49	0.043	0.021
31	св	10.7	18.5	0.58	36.5	0.51	0.043	0.023
32	св	14.3	21.3	0.67	36.8	0.58	0.056	0.025
33	св	13.6	20.9	0.65	36.8	0.57	0.056	0.025
34	св	11.6	18.2	0.64	36.8	0.49	0.056	0.023
35	св	14.9	21.5	0.69	36.8	0.58	0.056	0.024
36	св	8.52	17.7	0.48	36.4	0.49	0.086	0.038
37	св	11.2	18	0.62	36.4	0.49	0.086	0.029
38	св	8.21	16.3	0.5	36.2	0.45	0.031	0.021
39	св	7.39	16.9	0.44	36.2	0.47	0.031	0.024
40	св	16.4	24.6	0.67	37.8	0.65	0.068	0.029
41	заб	13.7	28.9	0.47	38.3	0.75	0.062	0.043
42	заб	12.2	36.2	0.34	38.9	0.93	0.019	0.039
43	лдст	14.3	46.3	0.35	40	1.16	0.025	0.057
44	лдст	10.3	39.7	0.32	39	1.02	0.037	0.075
45	лдст	11.7	34.8	0.47	38.7	0.9	0.037	0.053
46	лдст	11.8	30.3	0.54	38.3	0.79	0.049	0.049
47	лдст	10.1	30.6	0.46	38.4	0.8	0.037	0.05
48	лдст	9.94	31	0.46	38.4	0.81	0.049	0.06

Продолжение приложения 1.

Таблица 1.8. Измеренные гидролого-морфометрические характеристики и рассчитанные коэффициенты шероховатости р.Енисей - пос.Базаиха за 1941, 1960 года

р.Енисей - пос.Базаиха 1941г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I(‰)	n
1	лдст	743	2350	0.32	760	3.72	0.008	0.215
2	лдст	796	2255	0.35	754	3.61	0.007	0.176
3	лдст	750	1940	0.39	752	3.36	0.008	0.164
4	лдст	664	1790	0.37	751	3.2	0.006	0.143
5	лдст	673	1680	0.4	750	3.09	0.007	0.140
6	лдст	574	1640	0.36	749	3.04	0.007	0.159
7	лдст	595	1590	0.37	748	3.02	0.008	0.158
8	лдст	571	1520	0.38	747	3.09	0.007	0.149
9	лдст	583	1580	0.37	750	3.09	0.008	0.163
10	лдст	668	1790	0.37	751	3.04	0.006	0.138
11	лдст	795	1970	0.4	756	3.02	0.007	0.137
12	лдст	1540	2780	0.55	768	3.09	0.011	0.127
13	св	10500	5300	1.98	787	6.73	0.011	0.060
14	св	11500	5560	2.07	791	7.03	0.015	0.069
15	св	13300	6060	2.19	799	7.58	0.014	0.066
16	св	14700	6500	2.26	796	8.17	0.014	0.067
17	св	15400	6470	2.38	797	8.12	0.021	0.078
18	св	14500	6240	2.32	796	7.84	0.016	0.068
19	св	11700	5620	2.08	792	7.1	0.015	0.069
20	св	10200	5300	1.92	786	6.74	0.018	0.079
21	св	10100	5200	1.94	786	6.62	0.018	0.077
22	св	9330	5000	1.87	783	6.39	0.018	0.078
23	св	8770	4810	1.82	783	6.14	0.015	0.071
24	св	8470	4730	1.79	782	6.05	0.014	0.069
25	св	7410	4490	1.65	780	5.76	0.014	0.073
26	св	7030	4440	1.58	780	5.57	0.021	0.091
27	св	5830	4100	1.52	776	5.37	0.016	0.086
28	св	6800	4400	1.55	778	5.16	0.015	0.075
29	св	9750	5230	1.86	786	4.96	0.018	0.066
30	св	11200	5690	2.14	791	4.75	0.018	0.056
31	св	12300	5800	2.12	792	4.54	0.018	0.055
32	св	9260	5160	1.79	786	4.34	0.015	0.057
33	св	7890	4710	1.68	783	4.13	0.014	0.058
34	св	5570	4060	1.37	775	3.93	0.014	0.068
35	св	4360	3370	1.19	770	3.72	0.021	0.085
36	св	3850	3470	1.11	766	3.51	0.015	0.081
37	св	3090	3120	0.99	764	3.31	0.014	0.084
38	св	2610	2970	0.9	762	3.1	0.014	0.091
39	св	2350	2760	0.85	756	3.65	0.013	0.100
40	лдст	2010	2540	0.79	754	3.37	0.016	0.114
41	лдст	1660	2290	0.72	749	3.06	0.013	0.105
42	лдст	859	1930	0.24	752	3.38	0.010	0.160
43	лдст	751	2160	0.26	755	3.6	0.009	0.203
44	лдст	735	2070	0.36	752	3.48	0.009	0.194

р.Енисей - пос.Базаиха 1960г.								
№ пп	Сост. реки	Q (м3/с)	W (м2)	V (м/с)	B (м)	H (м)	I(‰)	n
1	лдст	604	1530	0.39	730	2.96	0.008	0.148
2	лдст	610	1390	0.44	727	2.85	0.007	0.121
3	лдст	582	1390	0.42	727	2.86	0.008	0.136
4	лдст	574	1350	0.43	727	2.85	0.006	0.116
5	лдст	506	1220	0.41	727	2.79	0.007	0.126
6	лдст	500	1740	0.44	738	3.29	0.007	0.204
7	Св	4190	3620	1.16	766	4.73	0.008	0.069
8	Св	8850	4800	1.84	780	6.2	0.007	0.048
9	Св	7980	4760	1.68	780	6.1	0.008	0.056
10	Св	8630	4930	1.75	784	6.3	0.006	0.048
11	Св	8140	4620	1.76	780	5.9	0.007	0.049
12	Св	8310	4730	1.76	780	6.1	0.011	0.063
13	Св	8850	4900	1.81	783	6.3	0.011	0.063
14	Св	10300	5120	2.01	786	6.5	0.015	0.067
15	Св	8930	4980	1.79	784	6.4	0.014	0.072
16	Св	7850	4840	1.69	780	6	0.014	0.076
17	Св	8670	4700	1.74	782	6.4	0.021	0.086
18	Св	6940	4560	1.57	778	5.7	0.016	0.084
19	Св	6520	4420	1.56	772	5.4	0.015	0.081
20	Св	5360	3860	1.39	772	5	0.018	0.089
21	Св	4270	3660	1.17	766	4.78	0.018	0.103
22	Св	4470	3460	1.22	766	4.78	0.018	0.093
23	Св	5500	3260	1.35	772	5.3	0.015	0.070
24	Св	7480	3060	1.67	778	5.7	0.014	0.049
25	Св	4540	4470	1.21	768	4.87	0.014	0.106
26	Св	3830	3460	1.11	766	4.52	0.021	0.113
27	Св	3870	3400	1.14	766	4.44	0.016	0.095
28	Св	2940	3010	0.98	754	3.99	0.015	0.100
29	лдст	2060	2570	0.8	742	3.46	0.018	0.121
30	лдст	2010	2500	0.8	760	3.29	0.015	0.107
31	лдст	807	2630	0.23	726	4.13	0.008	0.237
32	лдст	815	2550	0.32	730	4.19	0.006	0.199

Приложение 2.

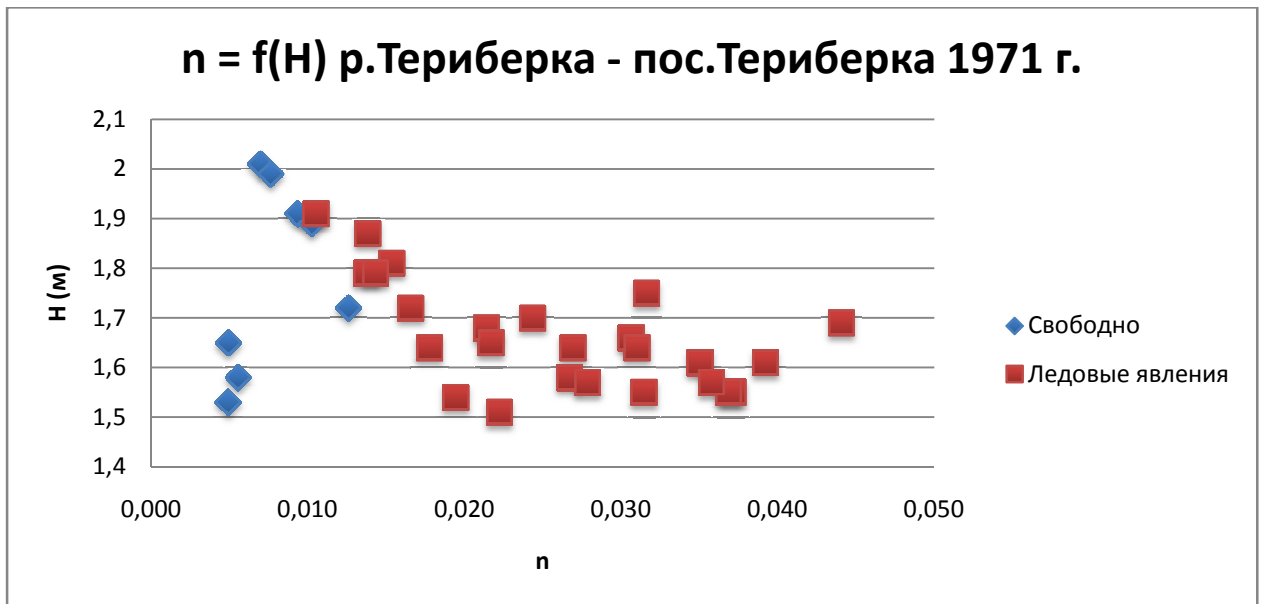


Рис.1.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1971г.

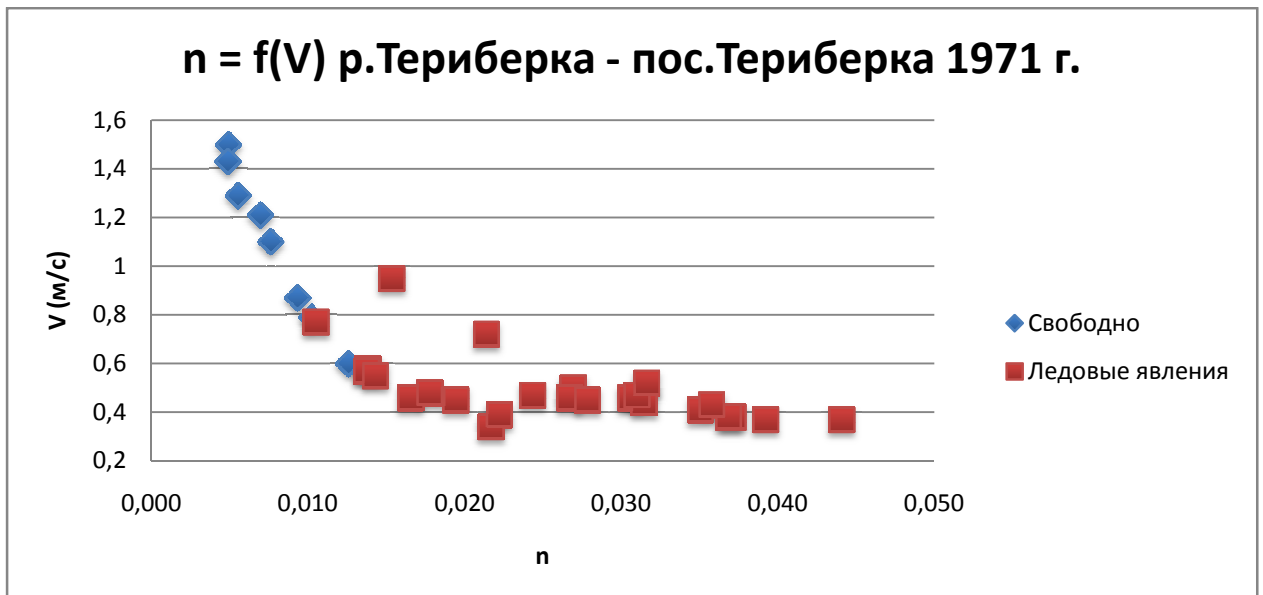


Рис.1.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Териберка - пос.Териберка 1971г.

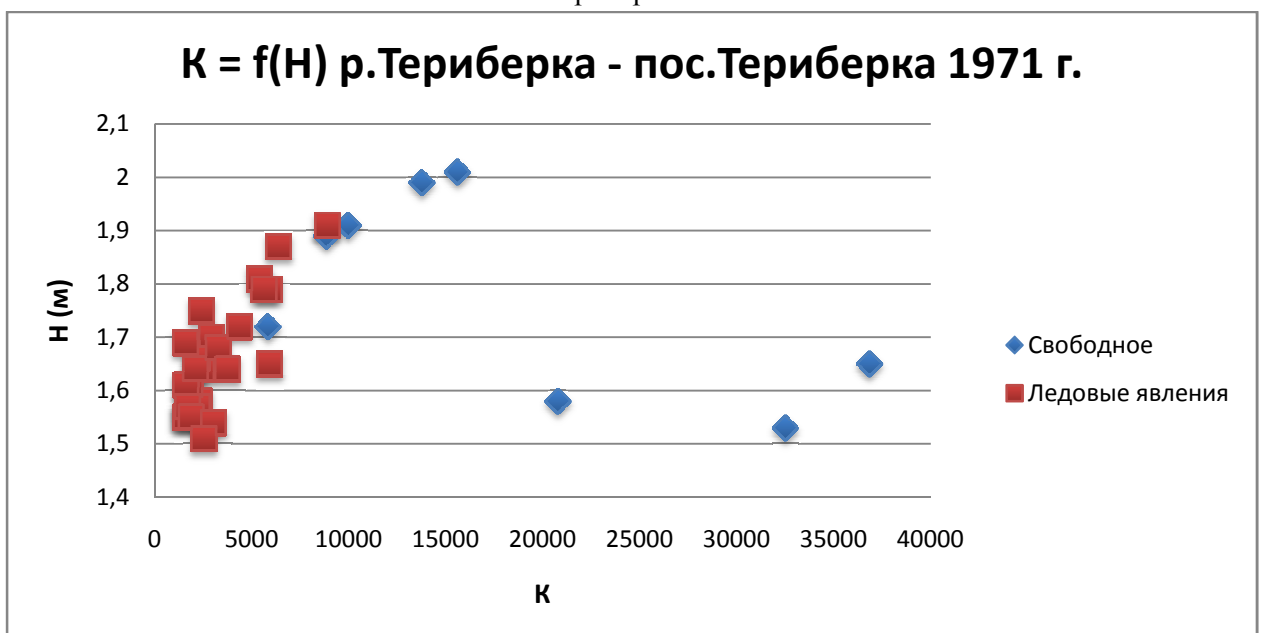


Рис.1.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1971г.

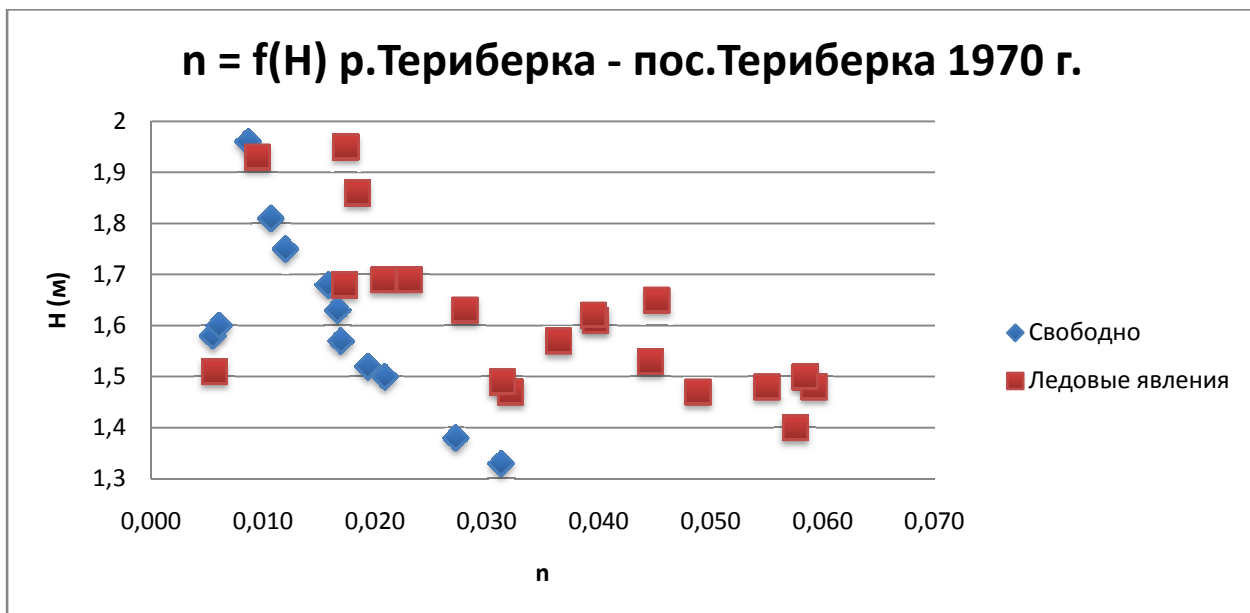


Рис.1.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1970г.

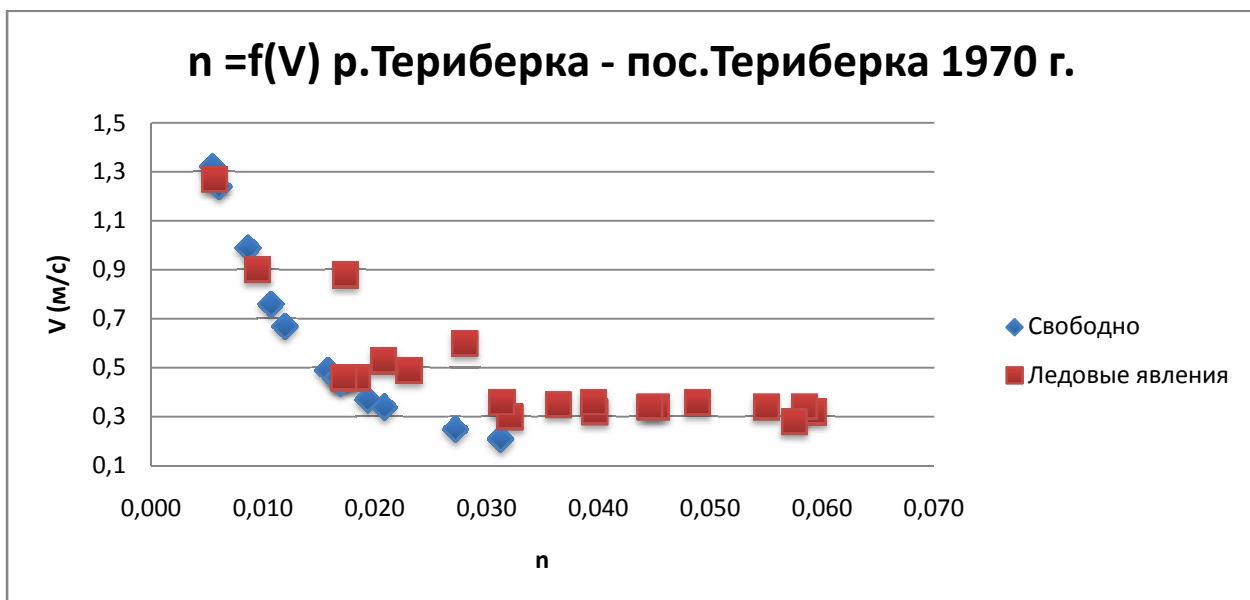


Рис.1.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Териберка - пос.Териберка 1970г.

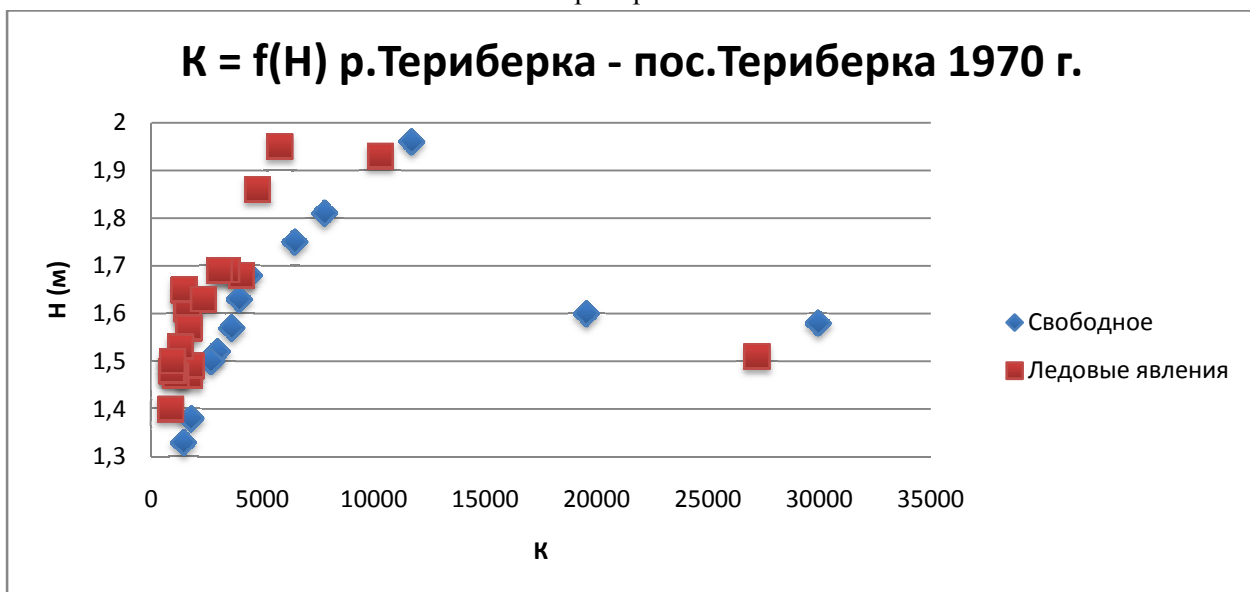


Рис.1.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1970г.

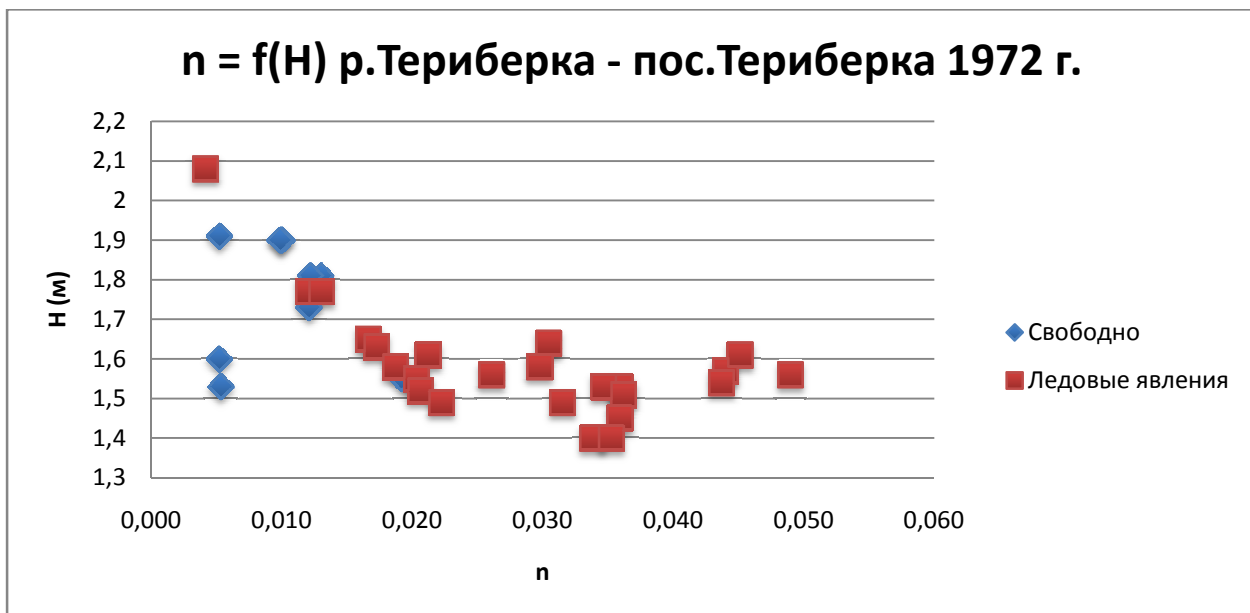


Рис.1.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1972г.

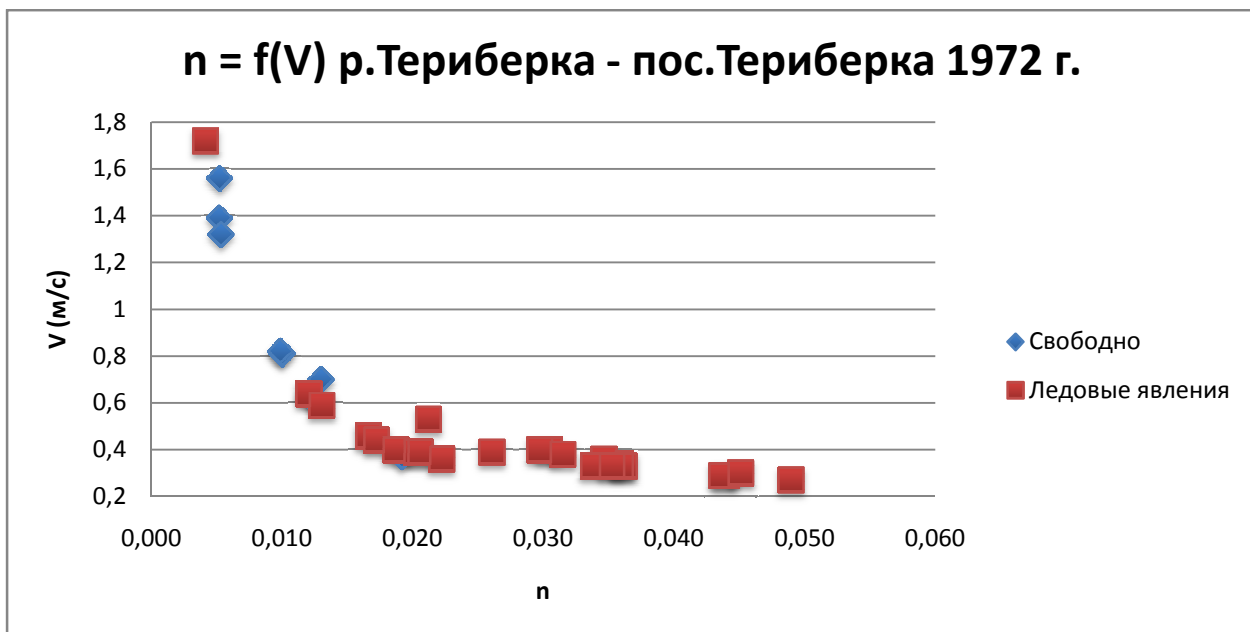


Рис.1.3.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Териберка - пос.Териберка 1972г.

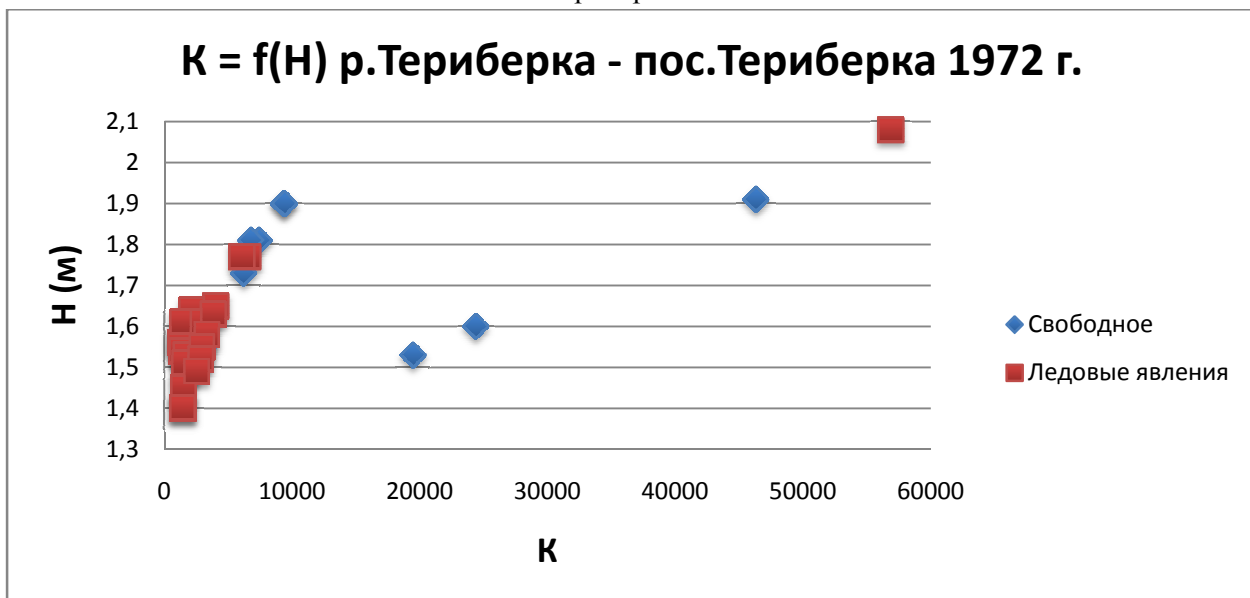


Рис.1.3.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Териберка - пос.Териберка 1972г.



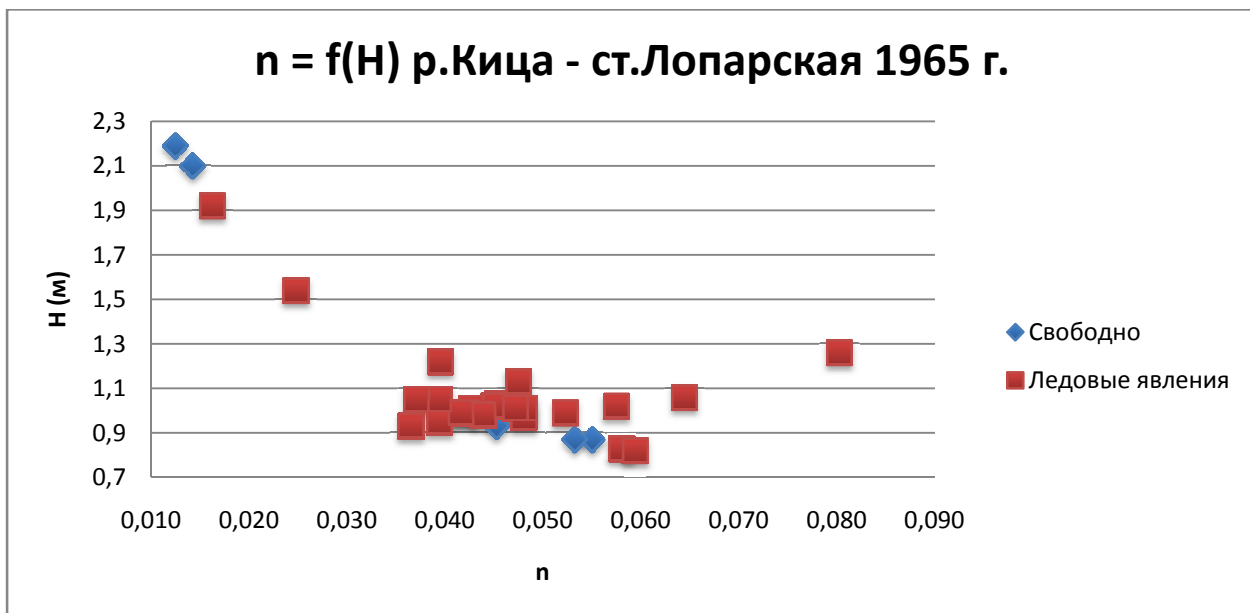


Рис.2.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1965г.

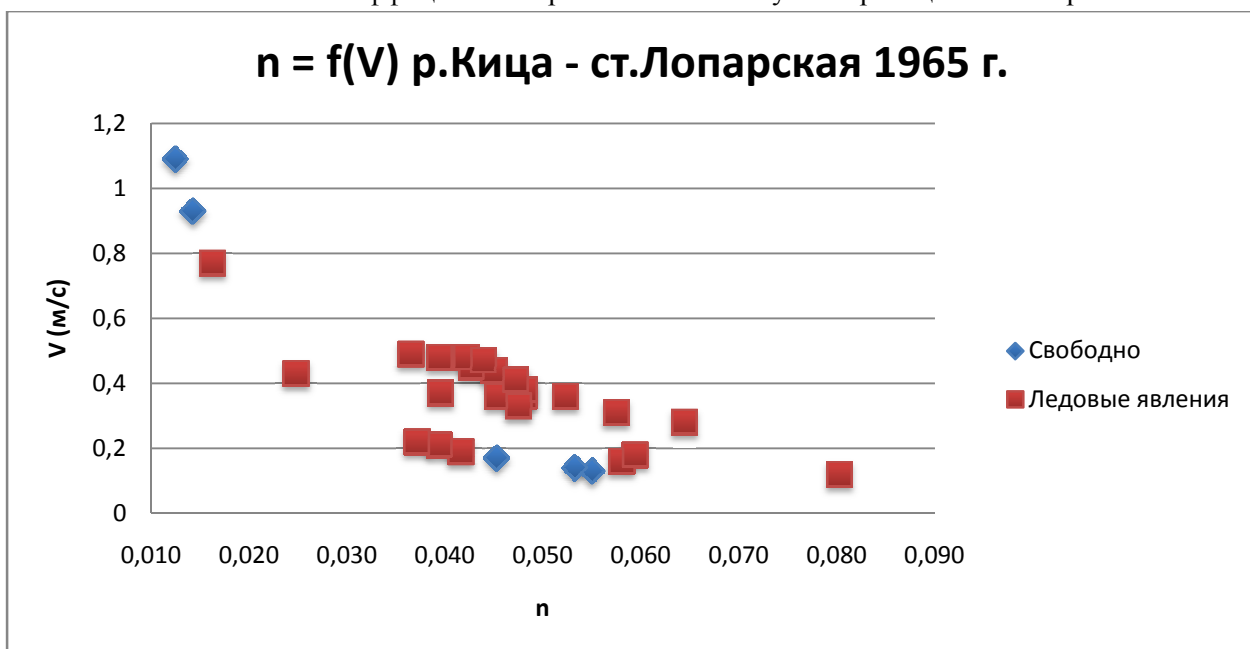


Рис.2.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Кица - ст.Лопарская 1965г.

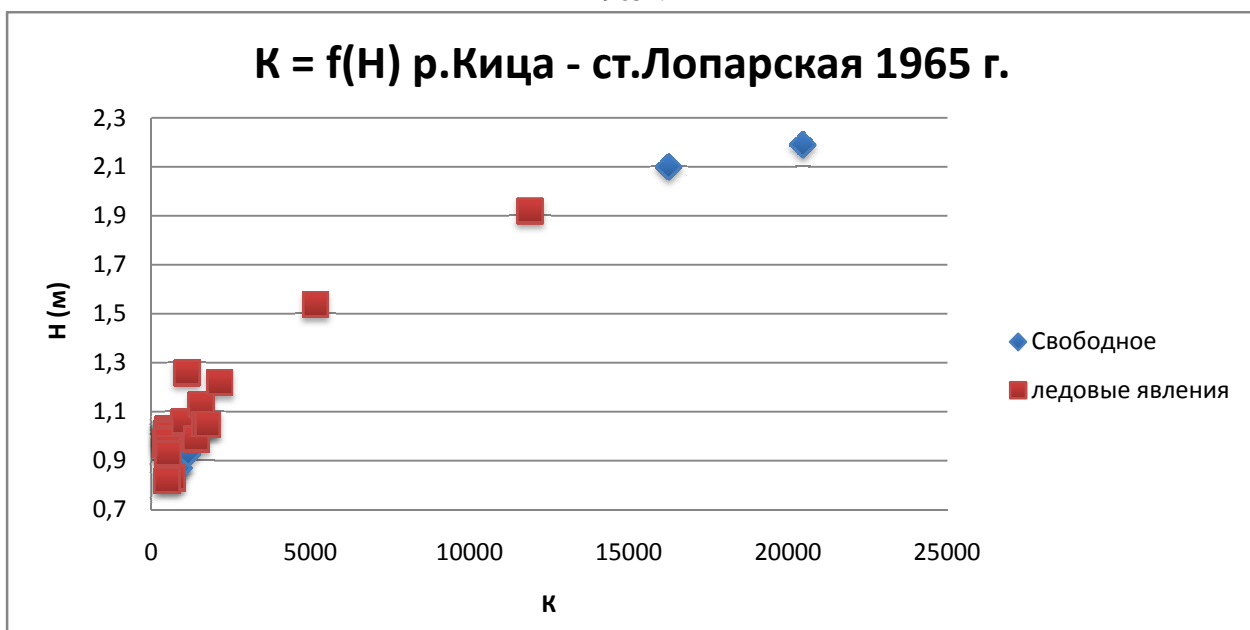


Рис.2.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1965г.

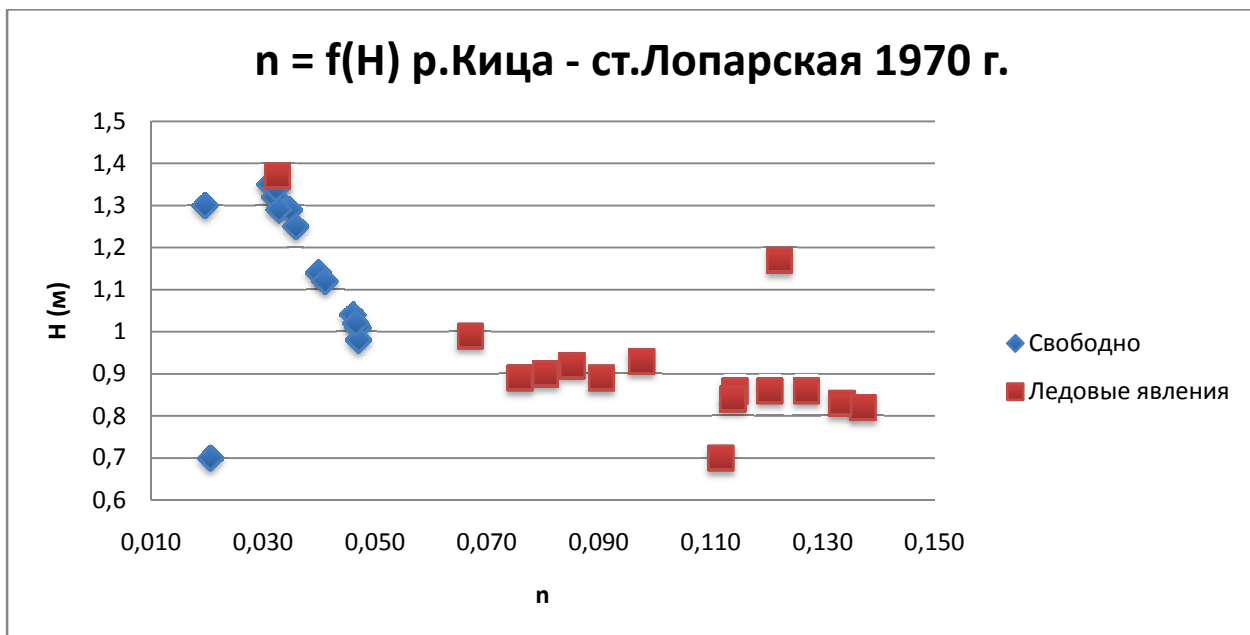


Рис.2.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1970г.

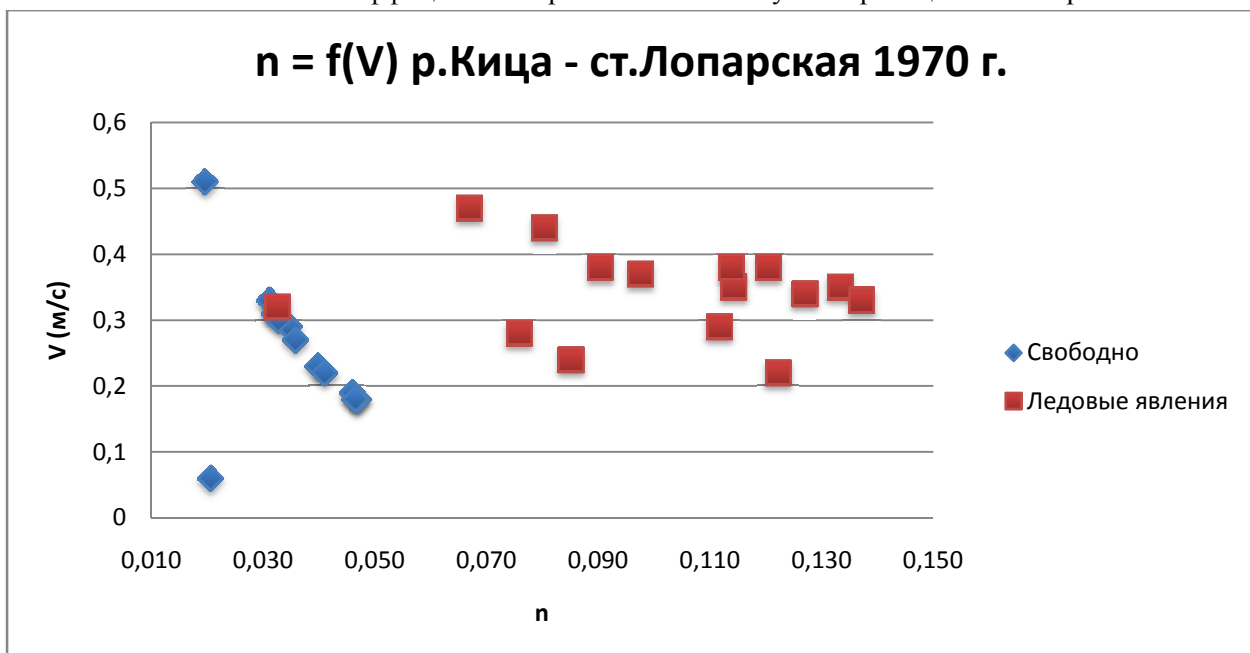


Рис.2.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Кица - ст.Лопарская 1970г.

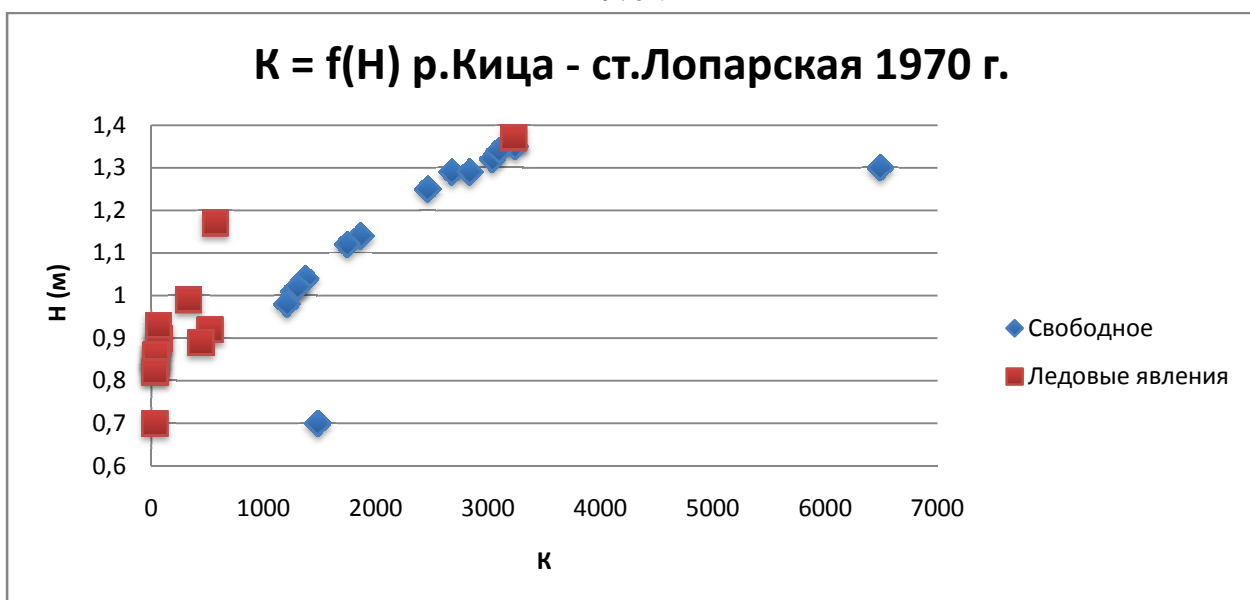


Рис.2.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1970г.

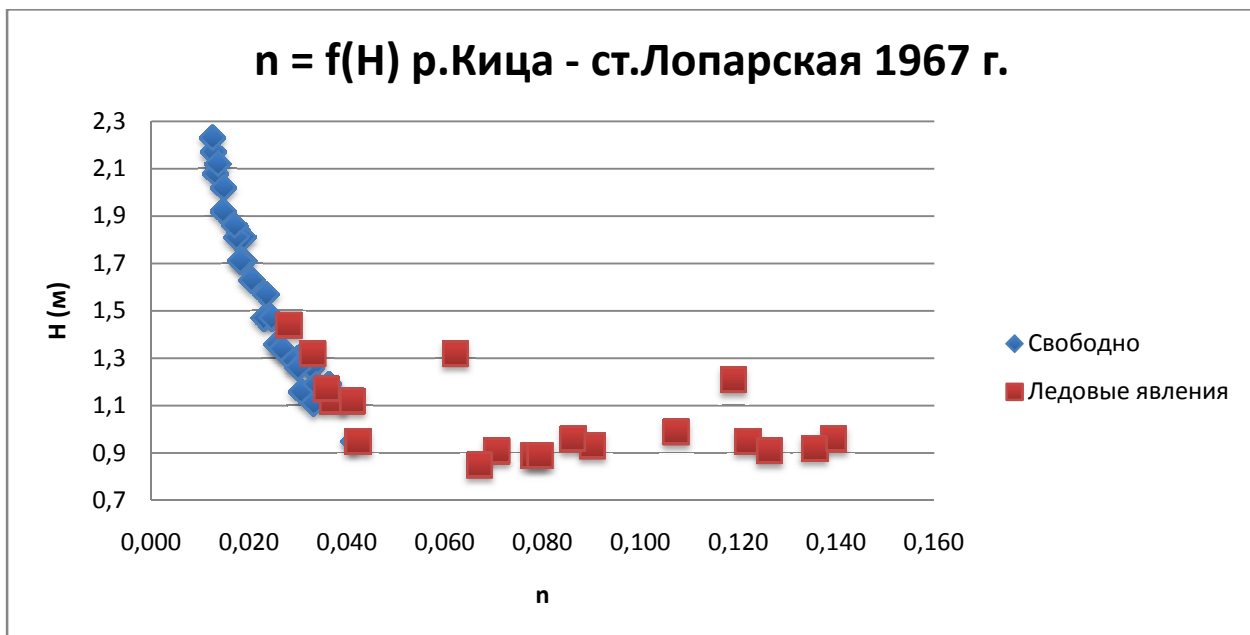


Рис.2.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1967г.

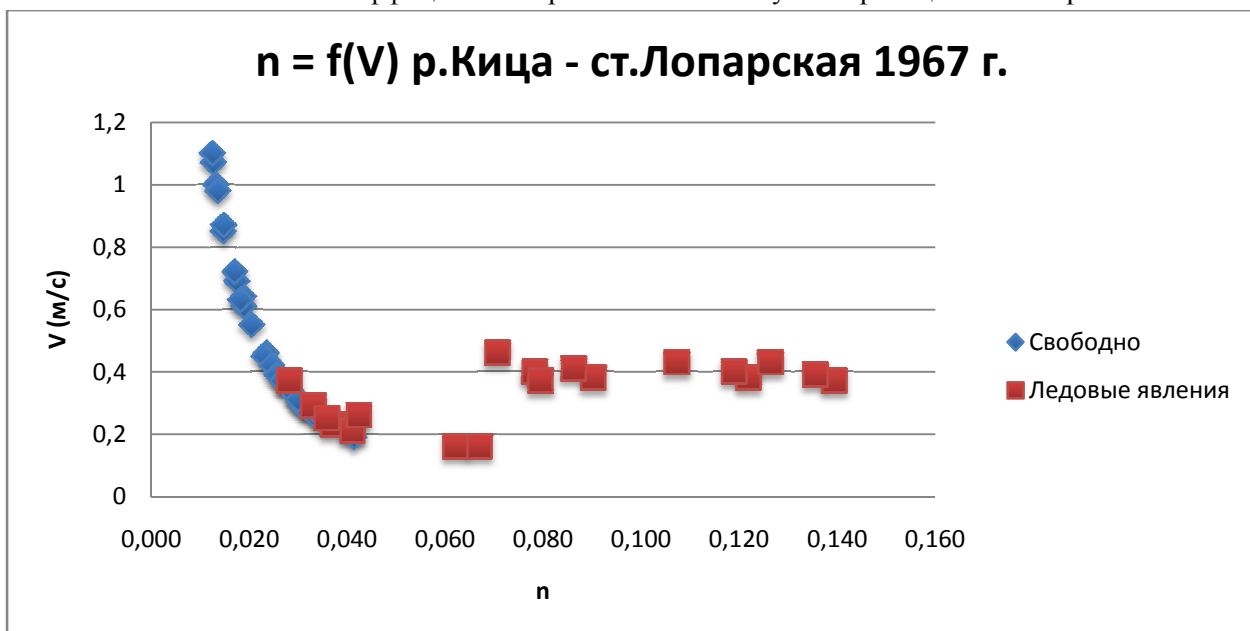


Рис.2.3.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Кица - ст.Лопарская 1967г.

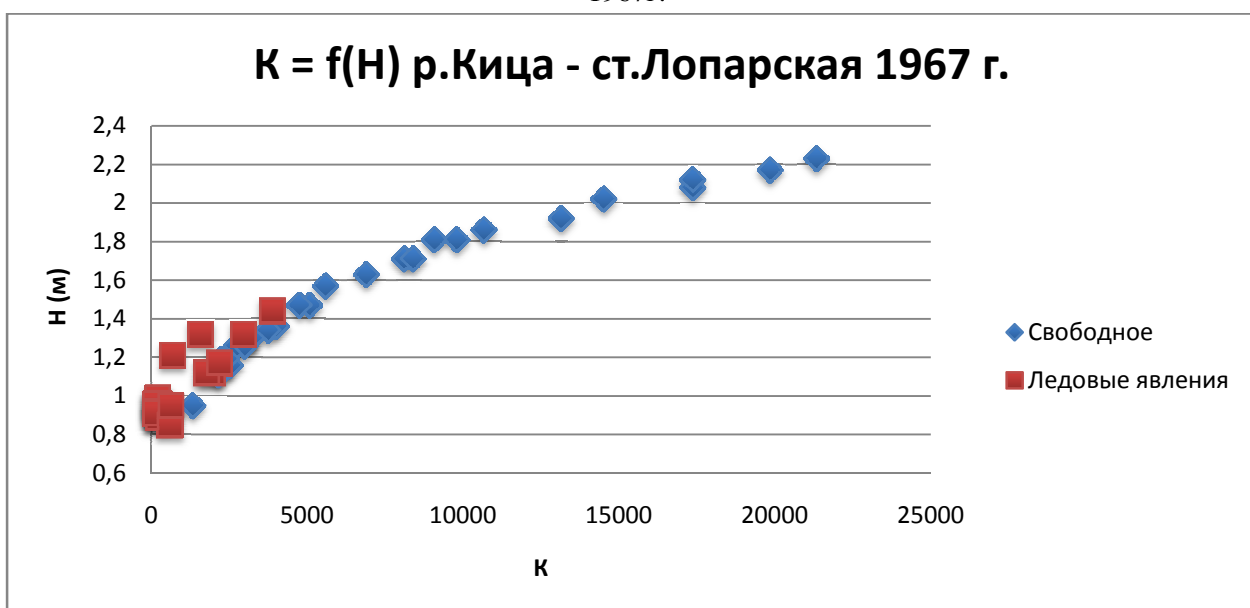


Рис.2.3.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Кица - ст.Лопарская 1967г.

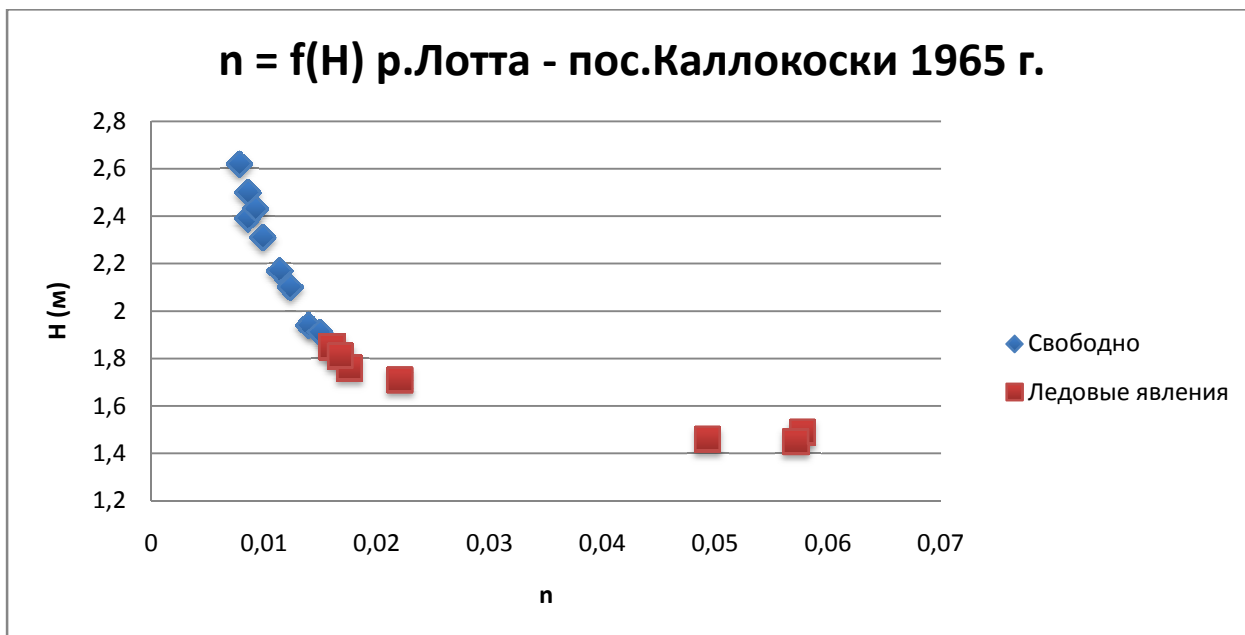


Рис.3.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Лотта - пос.Каллокоски 1965г.

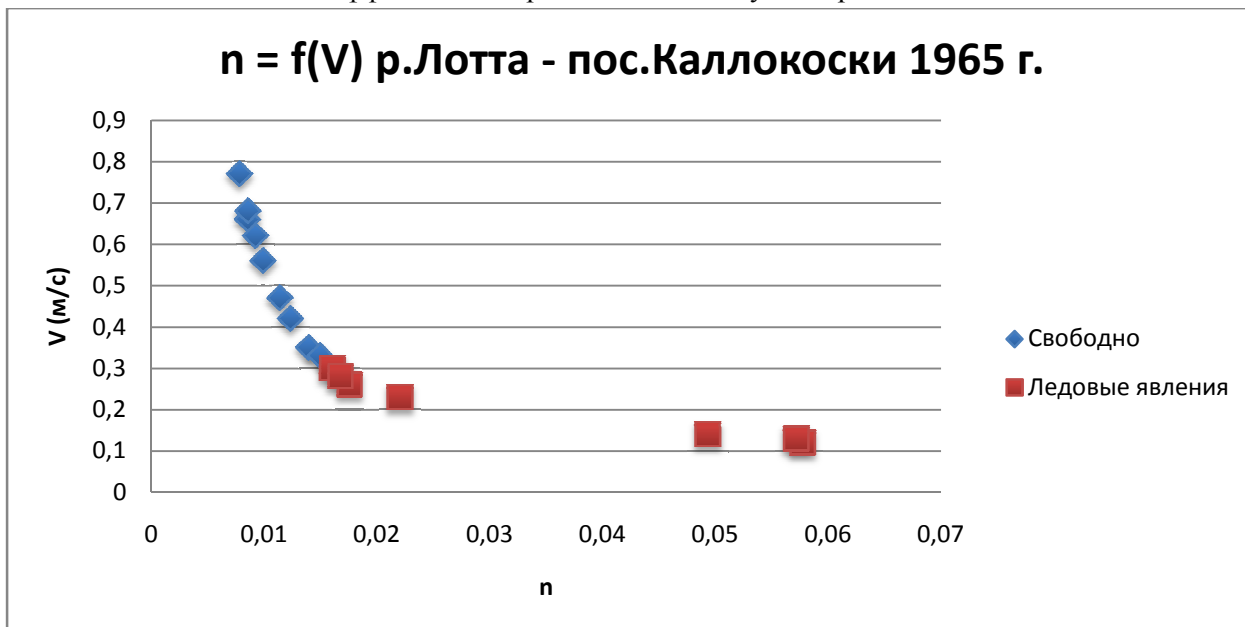


Рис.3.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Лотта - пос.Каллокоски 1965г.

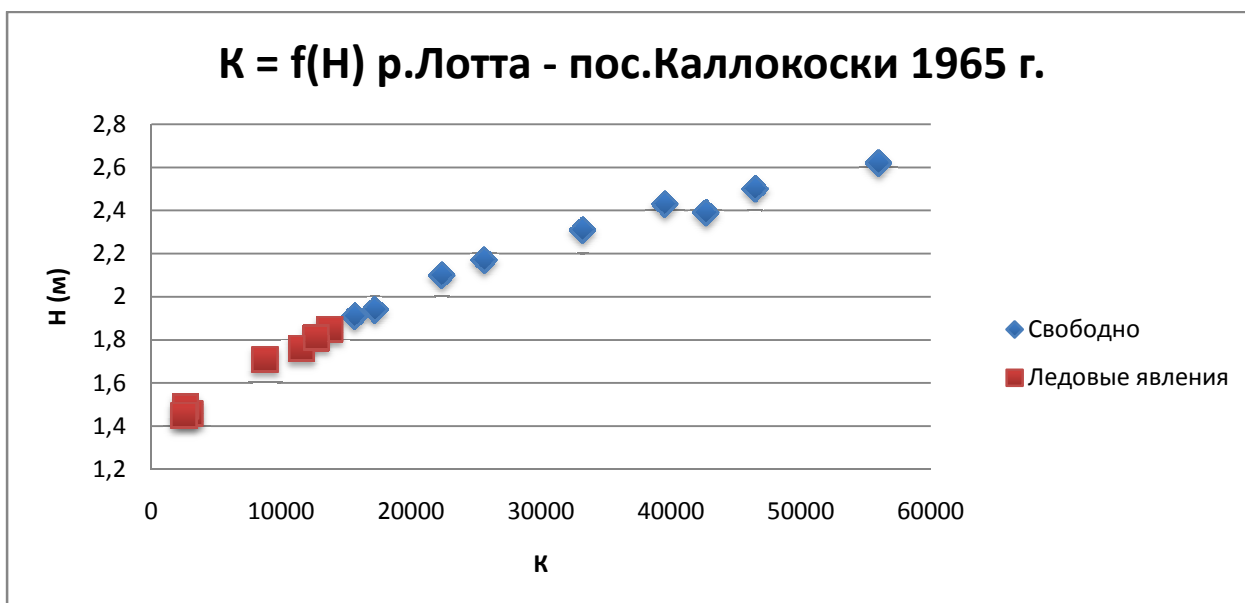


Рис.3.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Лотта - пос.Каллокоски 1965г

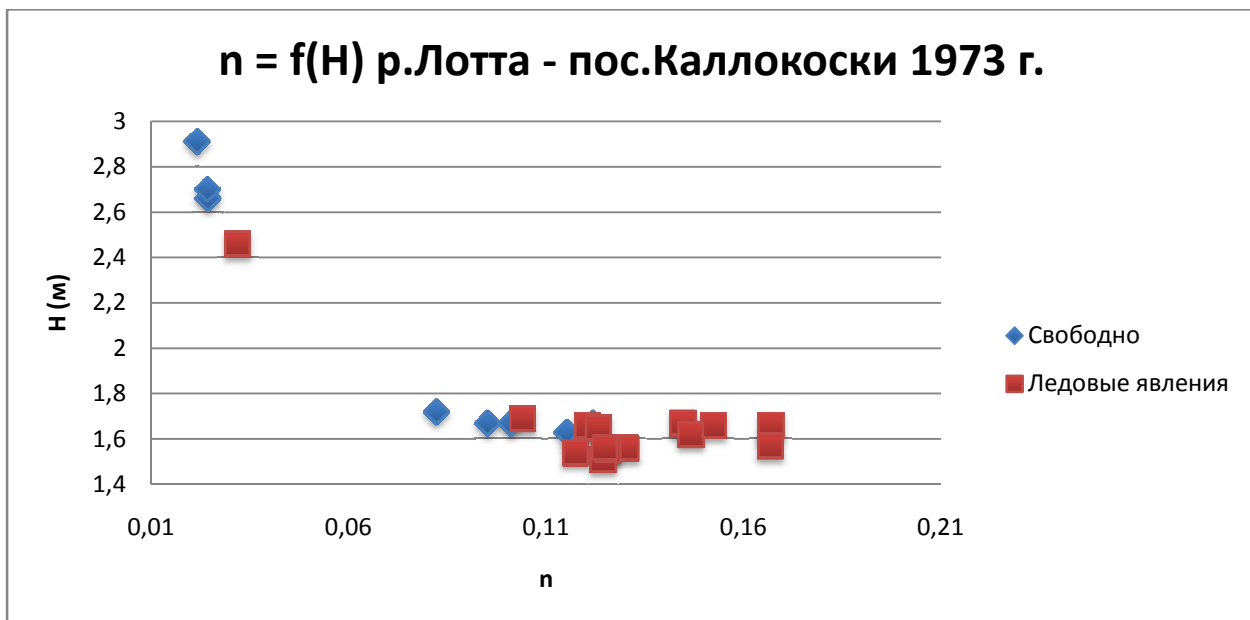


Рис.3.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Лотта - пос.Каллокоски 1973г.

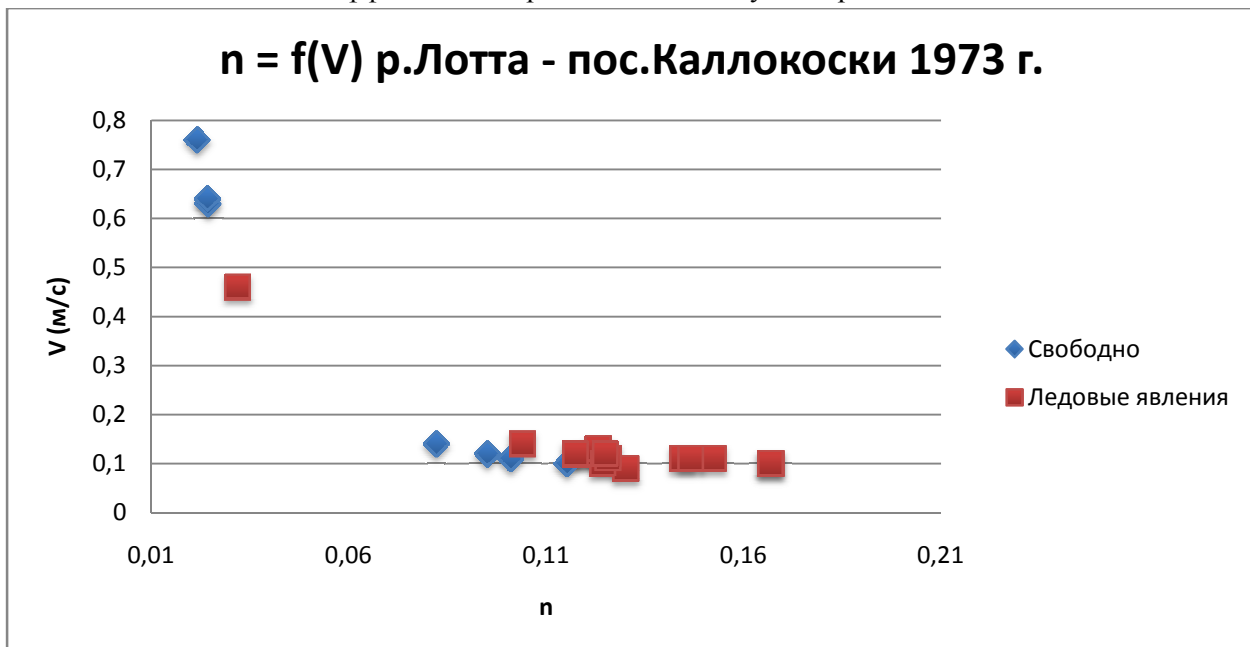


Рис.3.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Лотта - пос.Каллокоски 1973г.

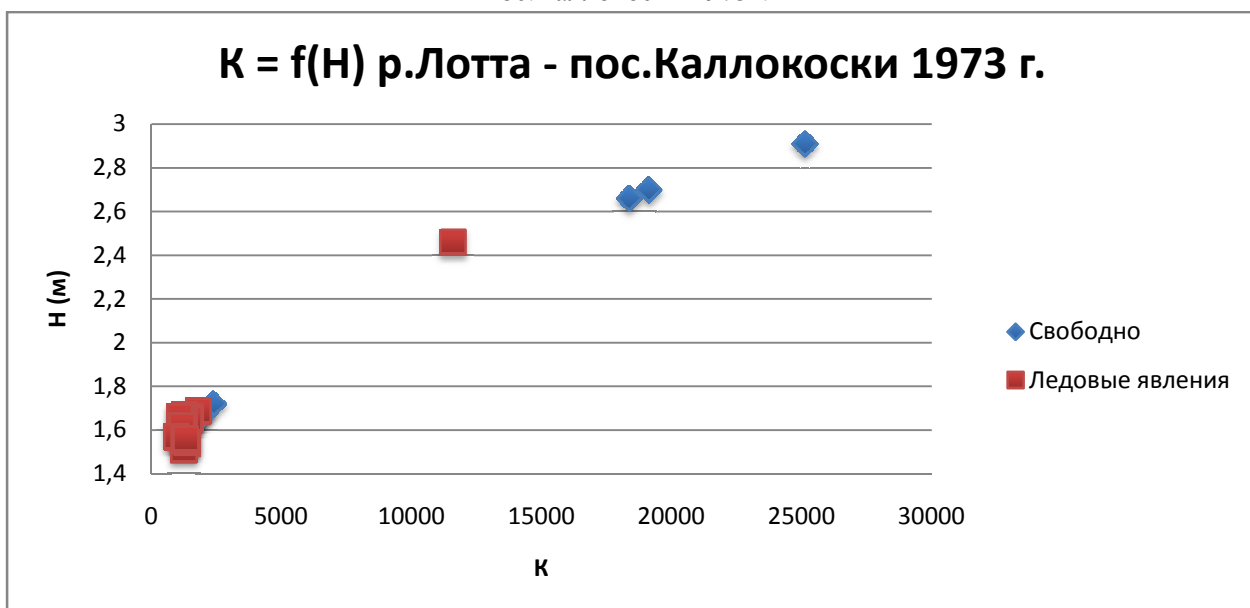


Рис.3.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Лотта - пос.Каллокоски 1973г.

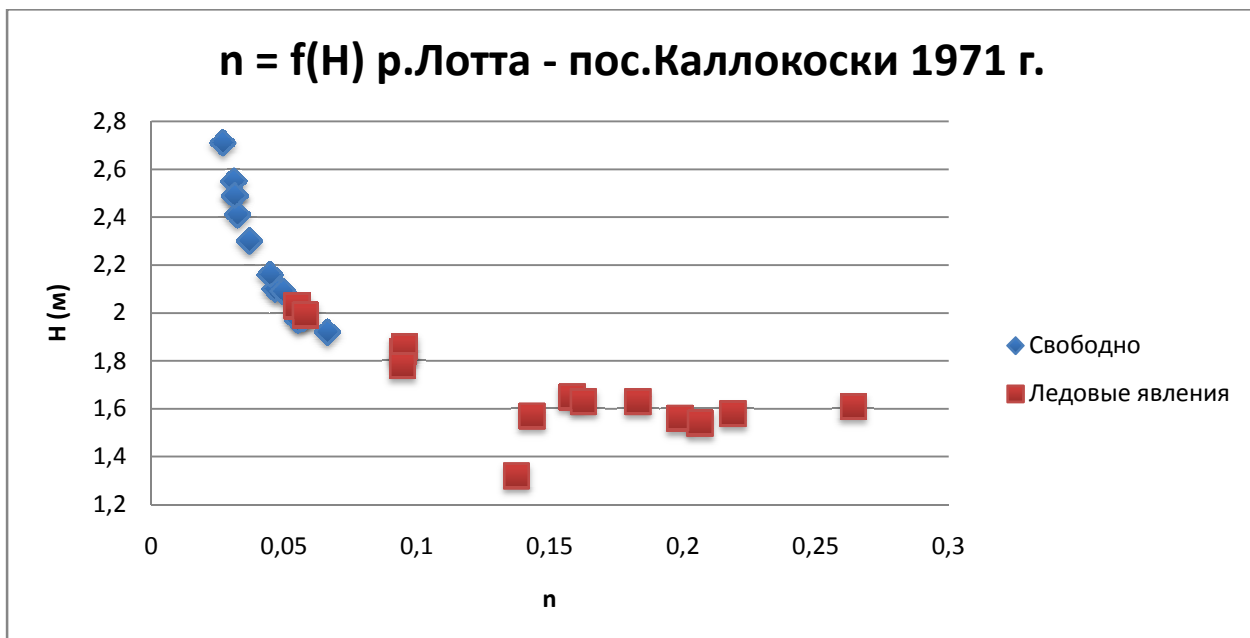
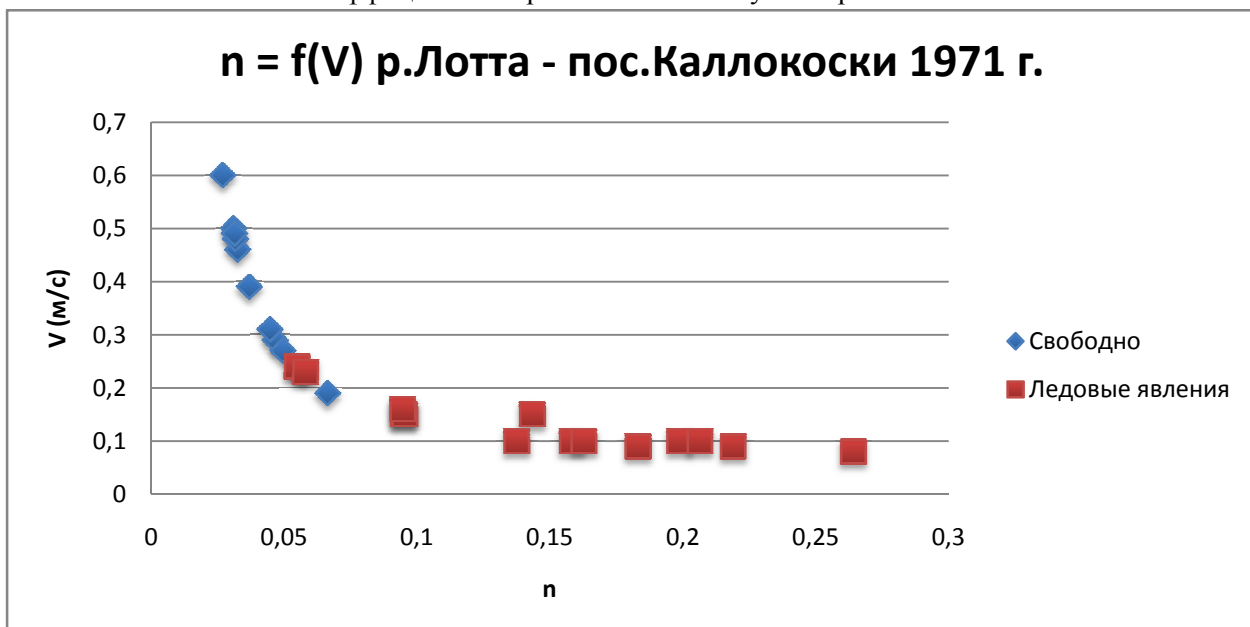


Рис.3.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Лотта - пос.Каллокоски 1971г.



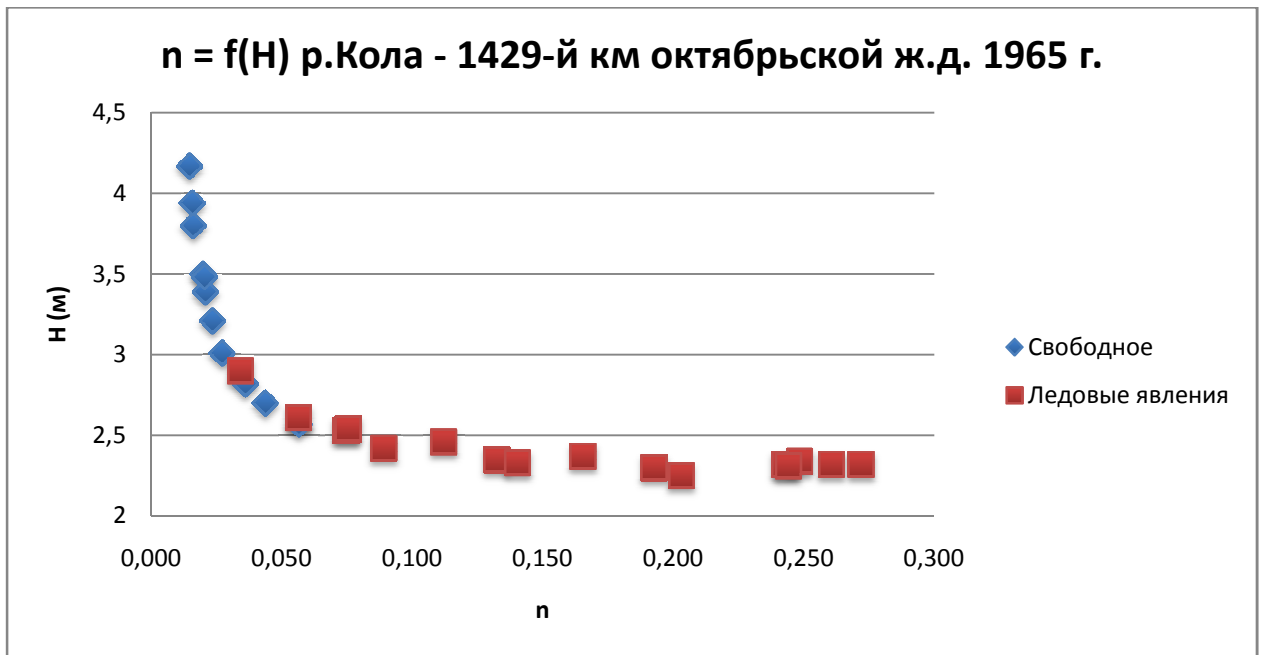


Рис.4.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1965г.

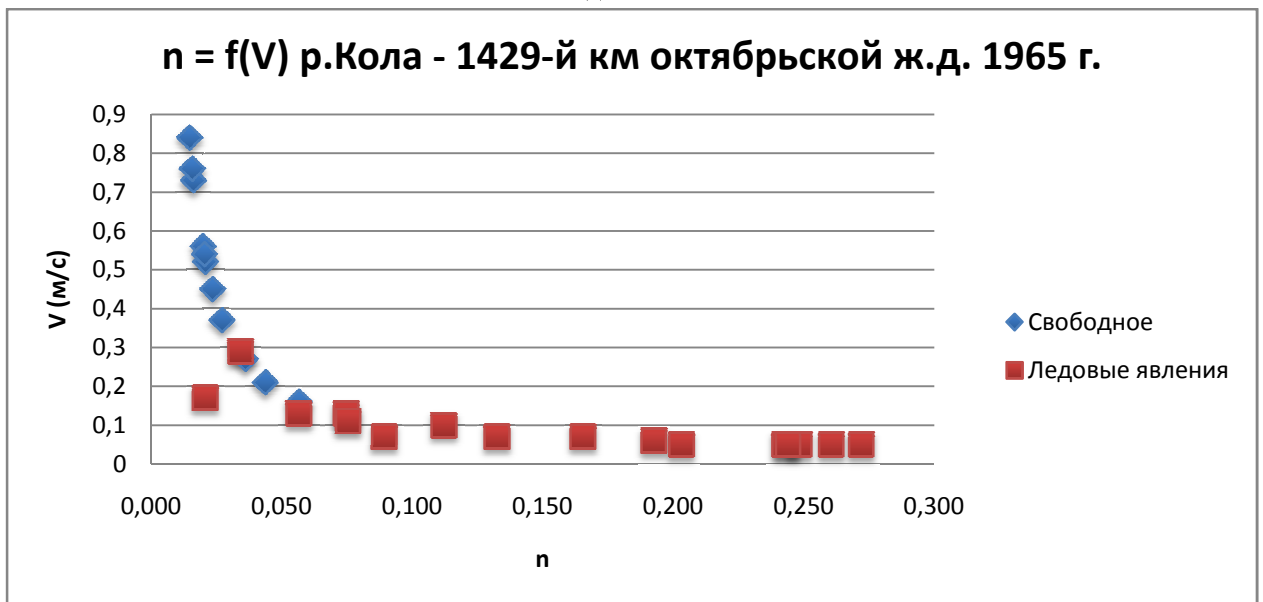


Рис.4.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Кола - 1429-й км  
Октябрьской ж.д. 1965г.



Рис.4.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д.1965г

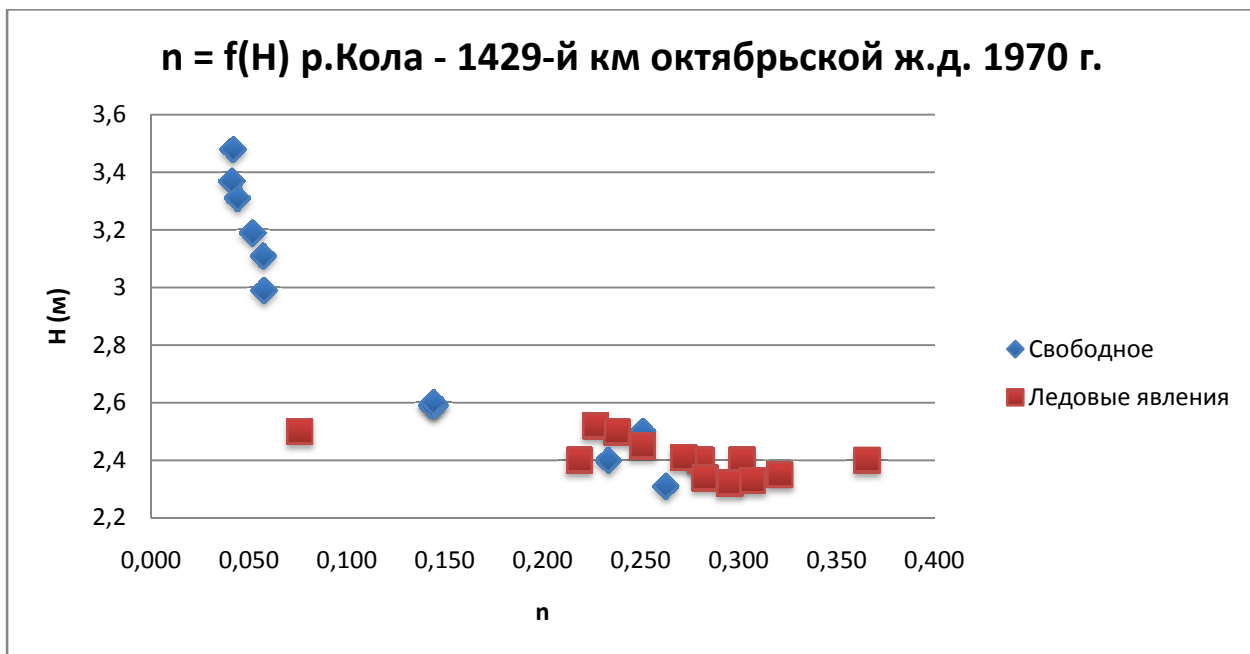


Рис.4.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1970г.



Рис.4.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 19670г.

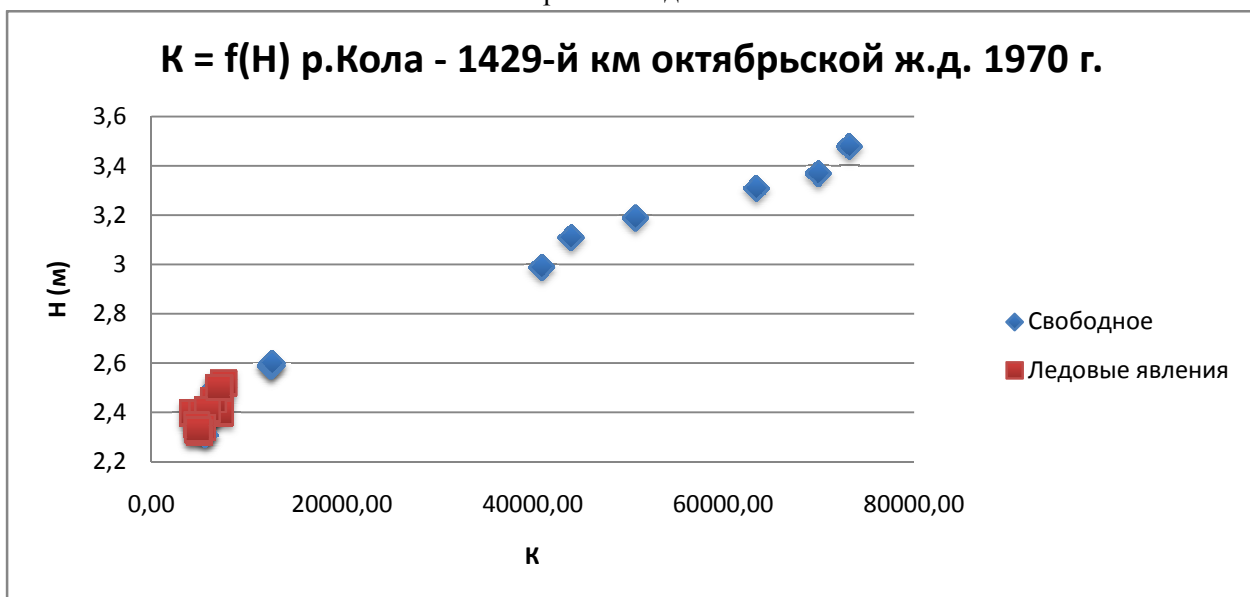


Рис.4.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д.1970г.



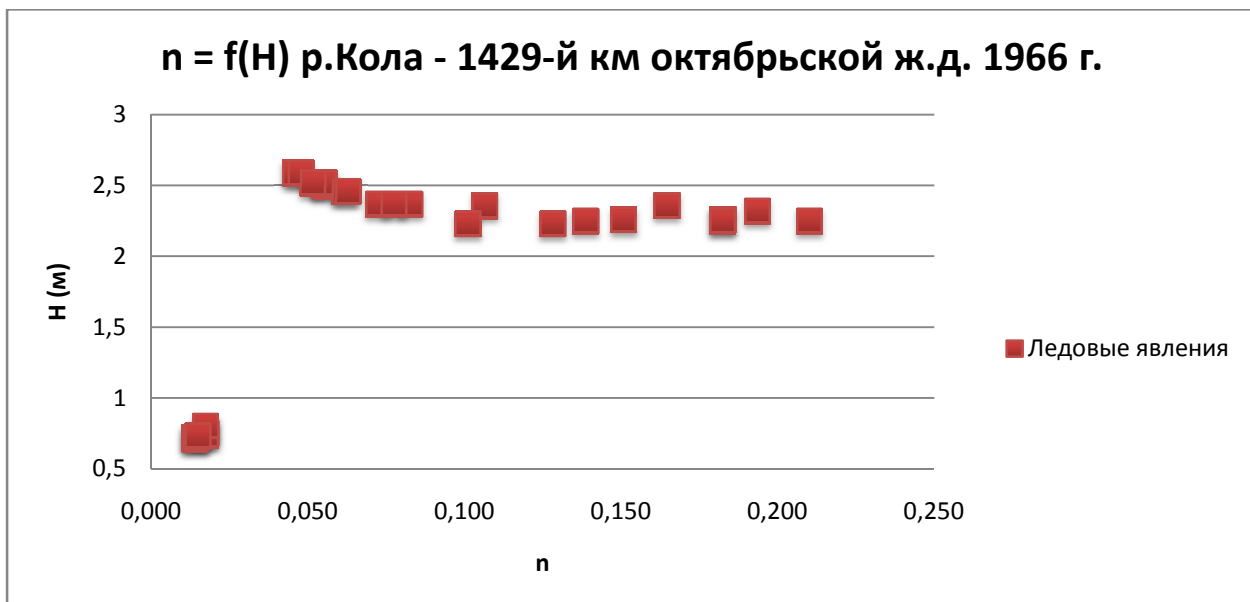
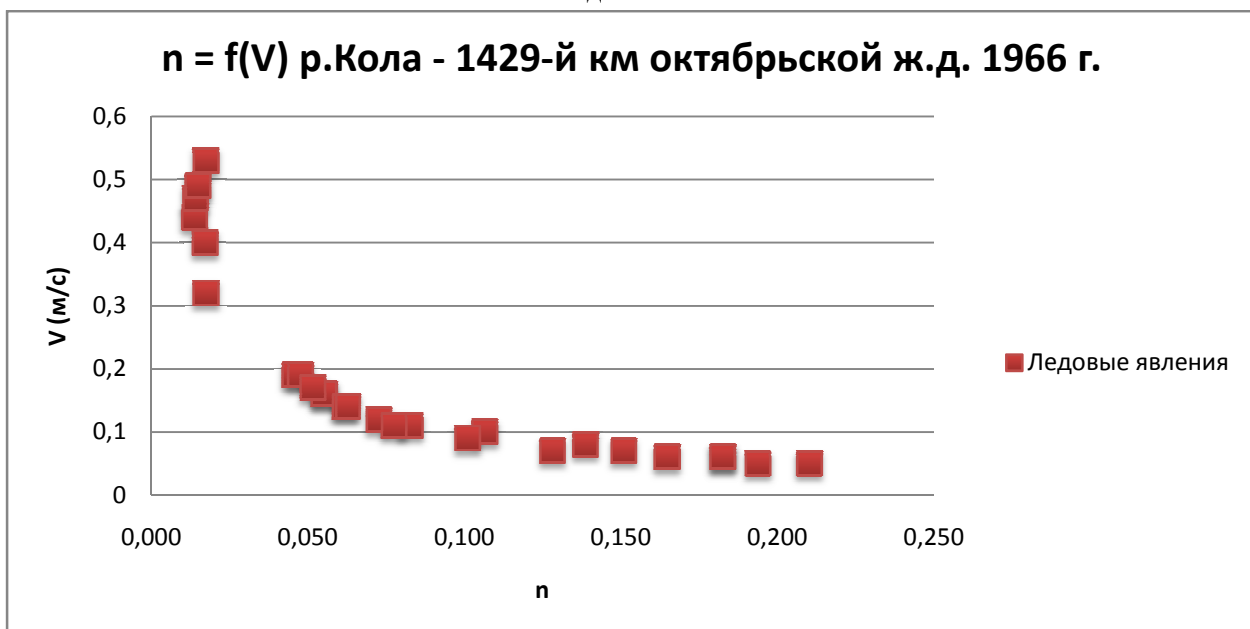


Рис.4.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Кола - 1429-й км Октябрьской ж.д. 1966г.



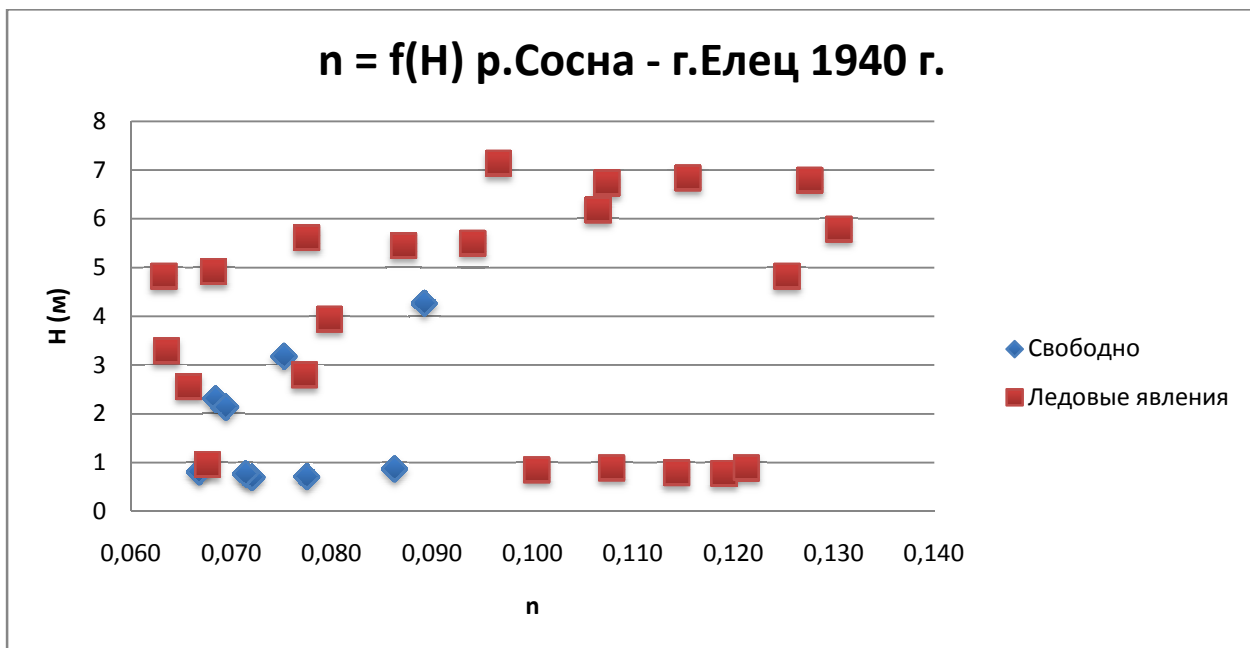


Рис.5.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Сосна - г.Елец 1940г.

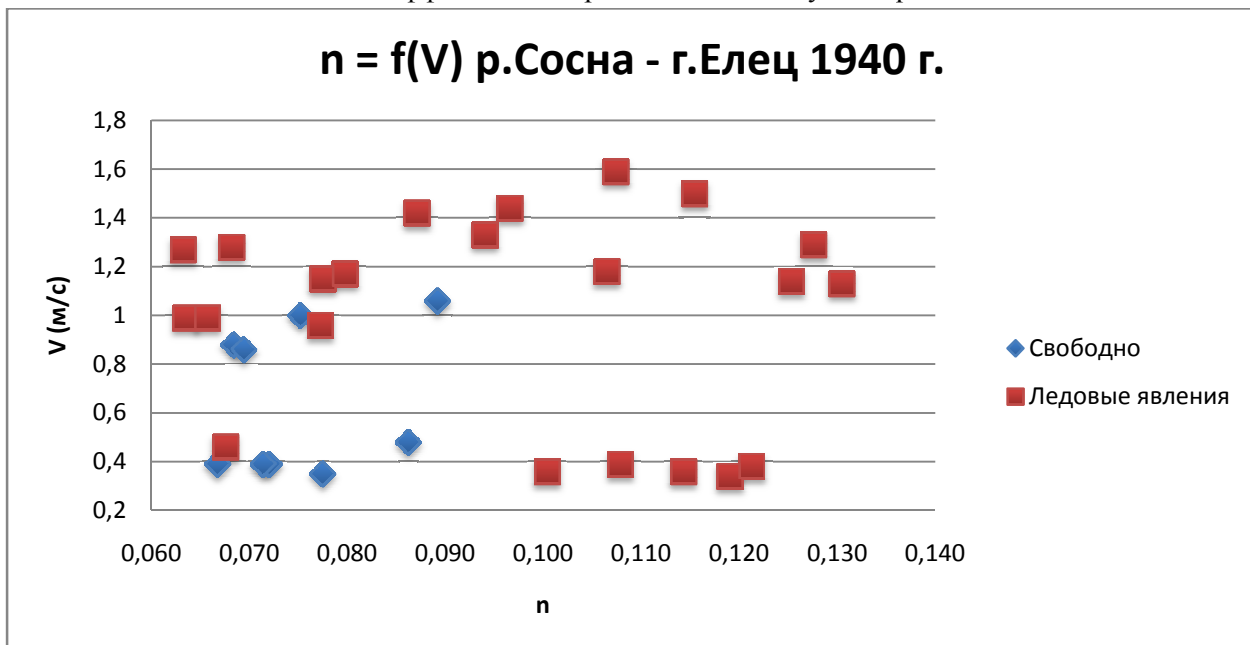


Рис.5.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Сосна - г.Елец 1940г.

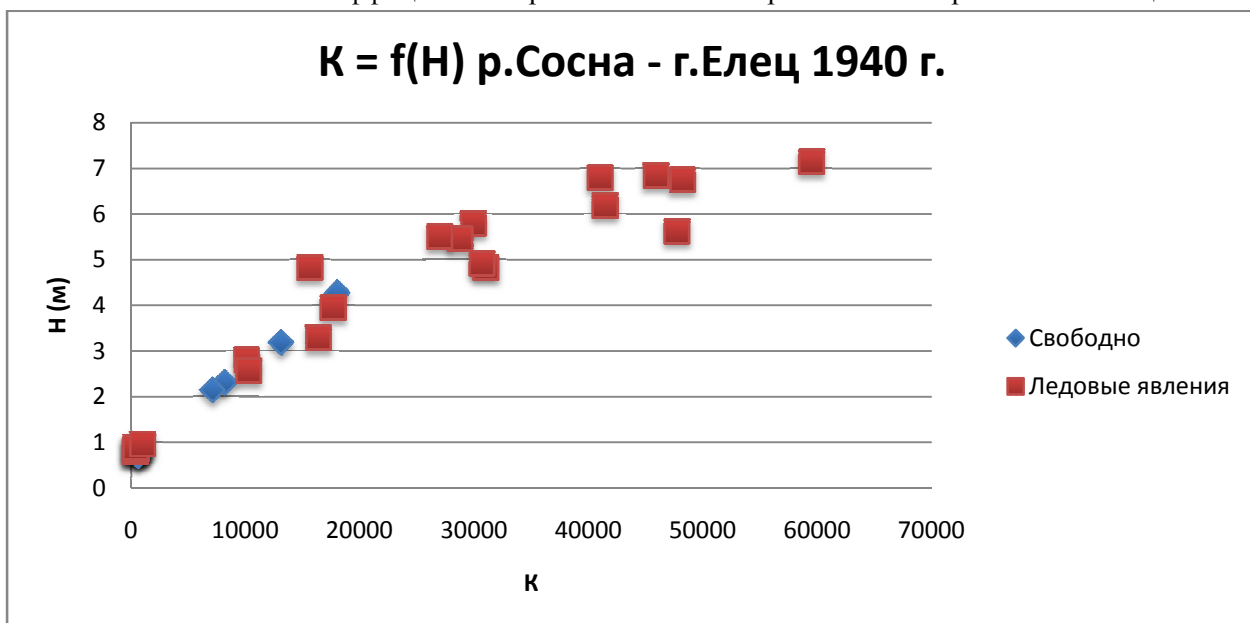


Рис.5.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Сосна - г.Елец 1940г.

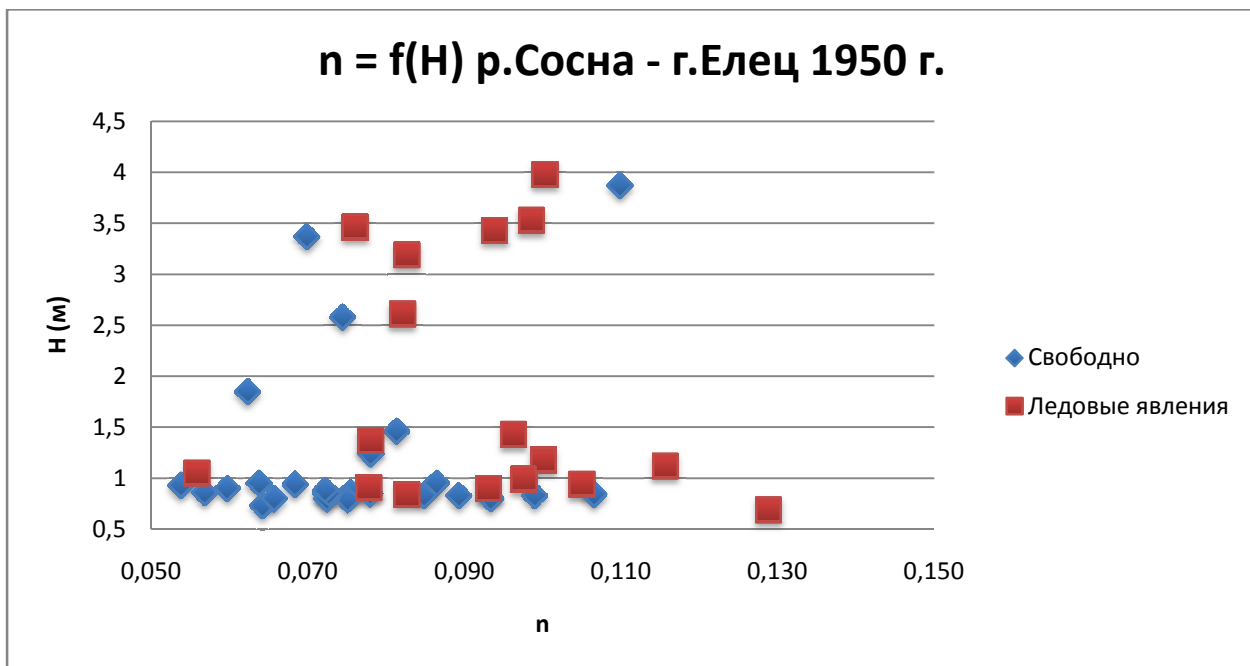


Рис.5.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Сосна - г.Елец 1950г.

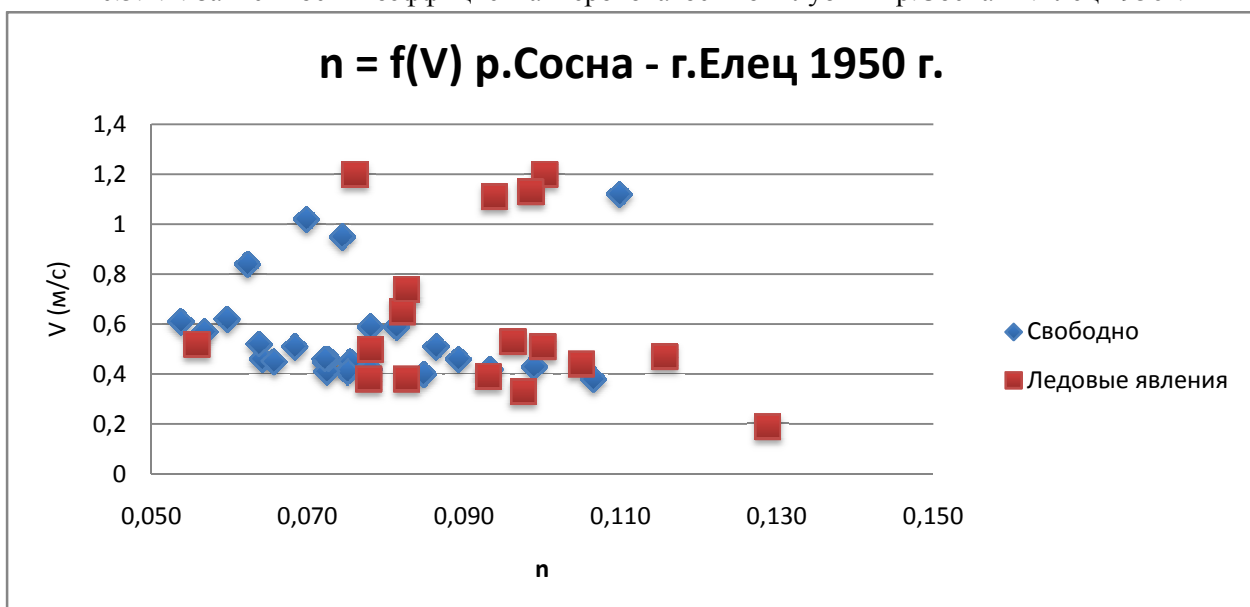


Рис.5.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Сосна - г.Елец 1950г.

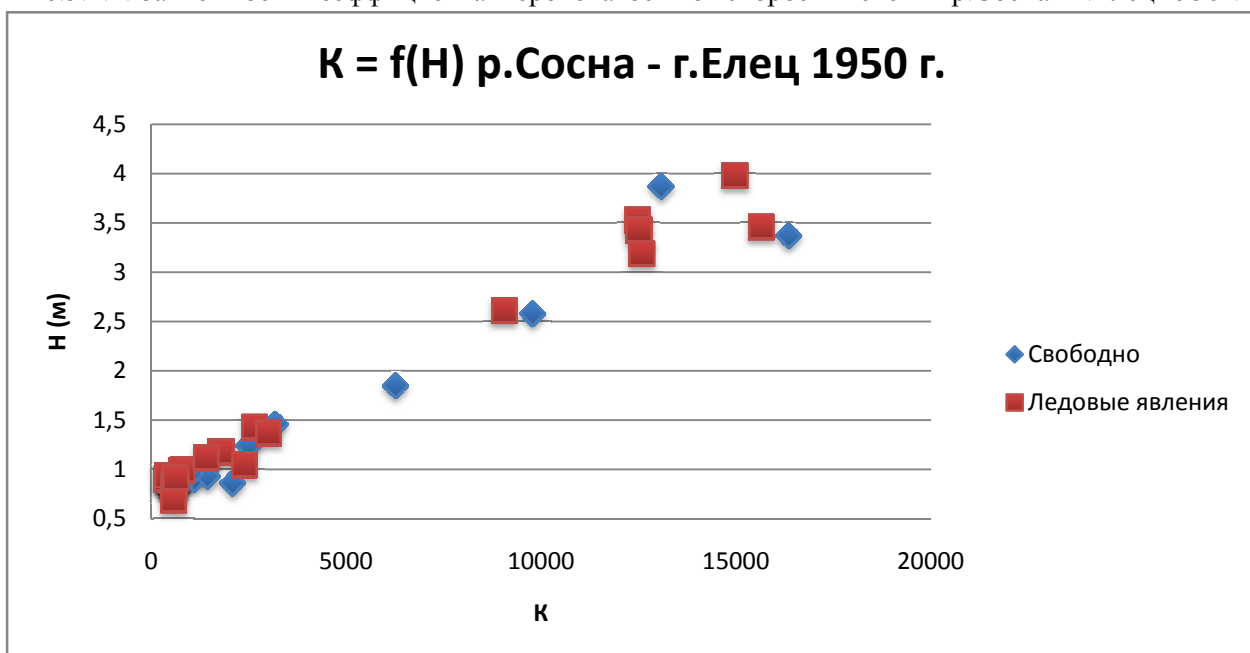


Рис.5.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Сосна - г.Елец 1950г.

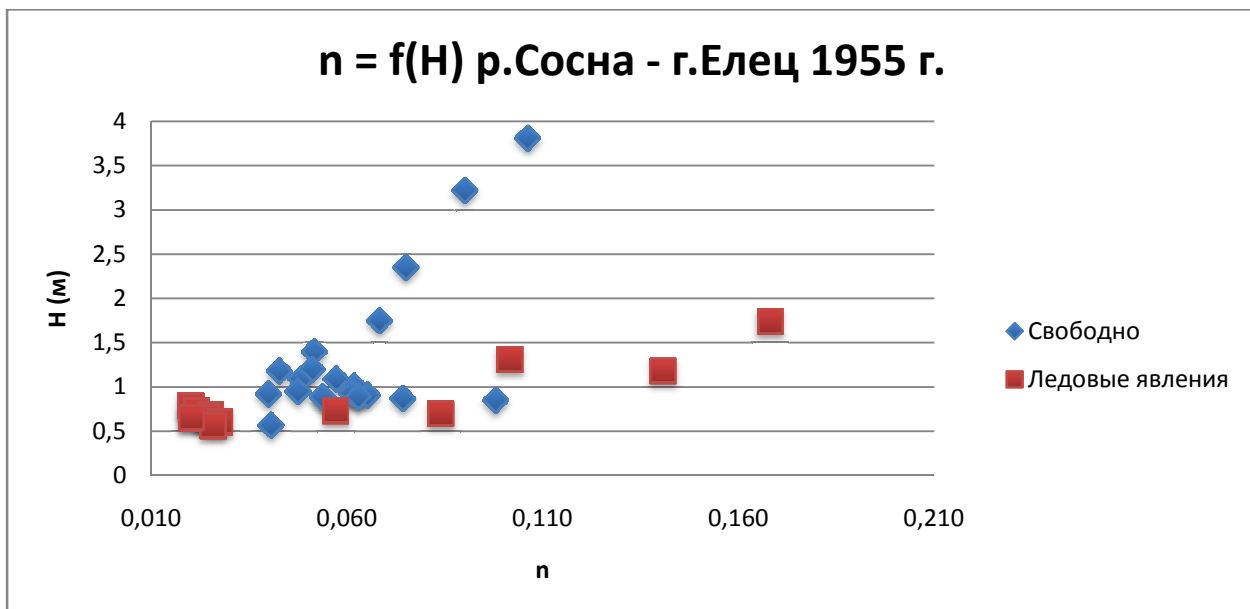


Рис.5.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Сосна - г.Елец 1955г.

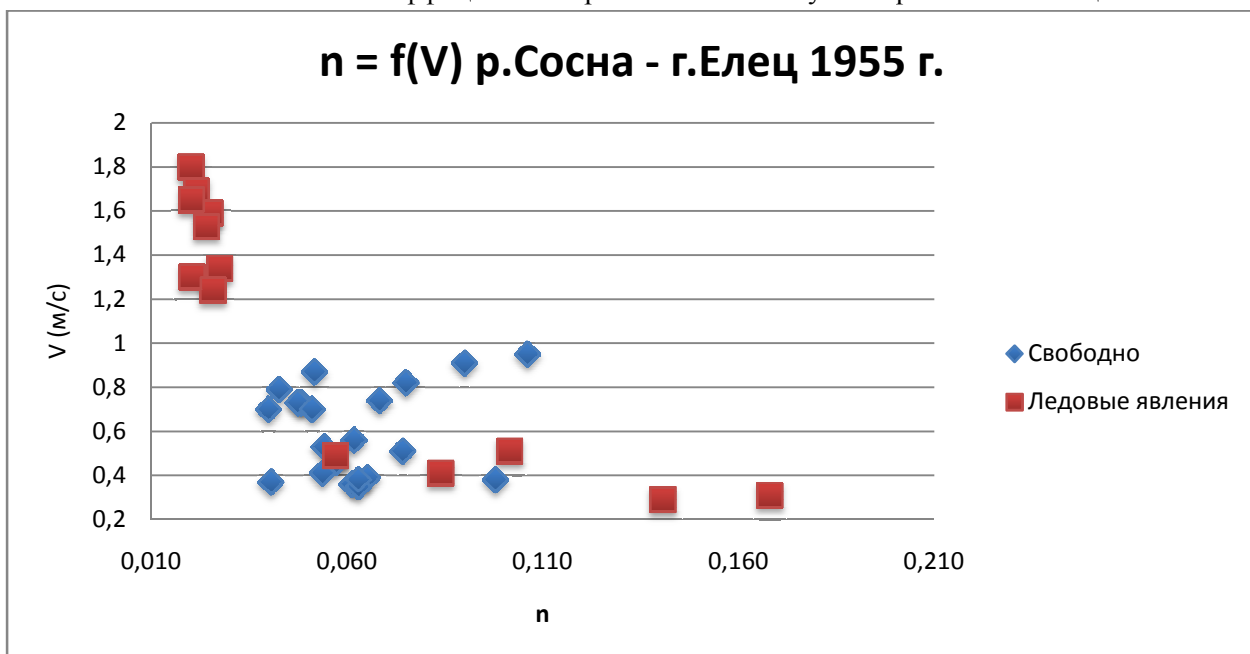


Рис.5.3.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Сосна - г.Елец 1955г.

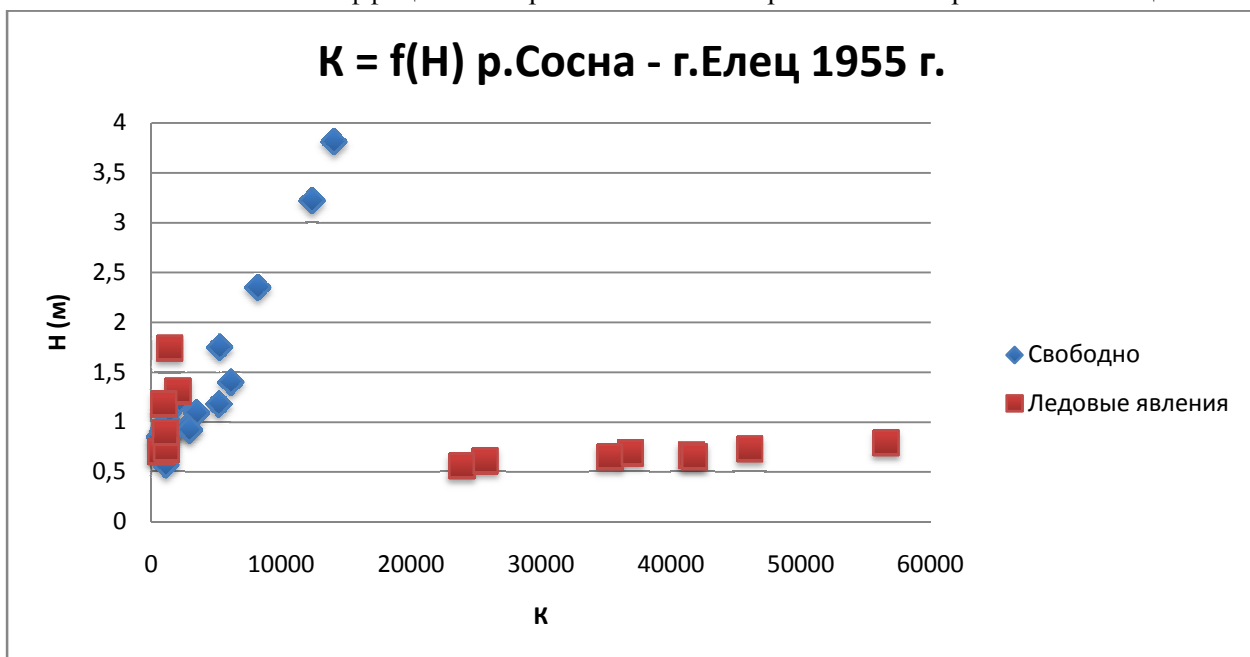


Рис.5.3.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Сосна - г.Елец 1955г.

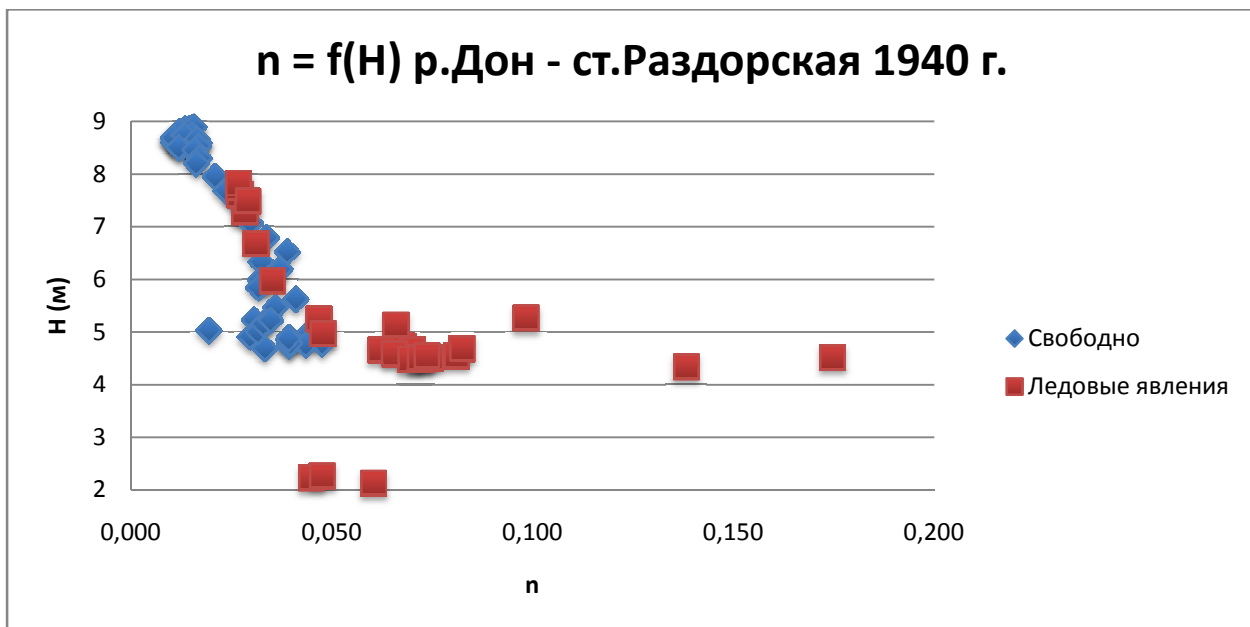


Рис.6.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Дон - ст.Раздорская 1940г.

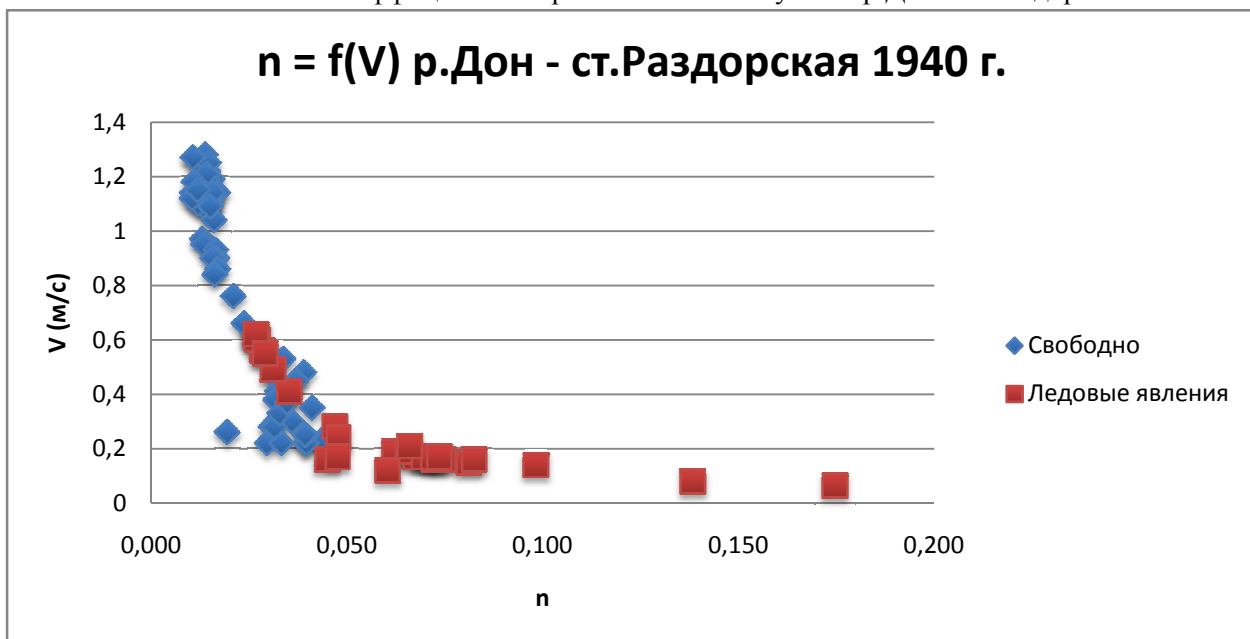


Рис.6.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р. Дон - ст.Раздорская 1940г.

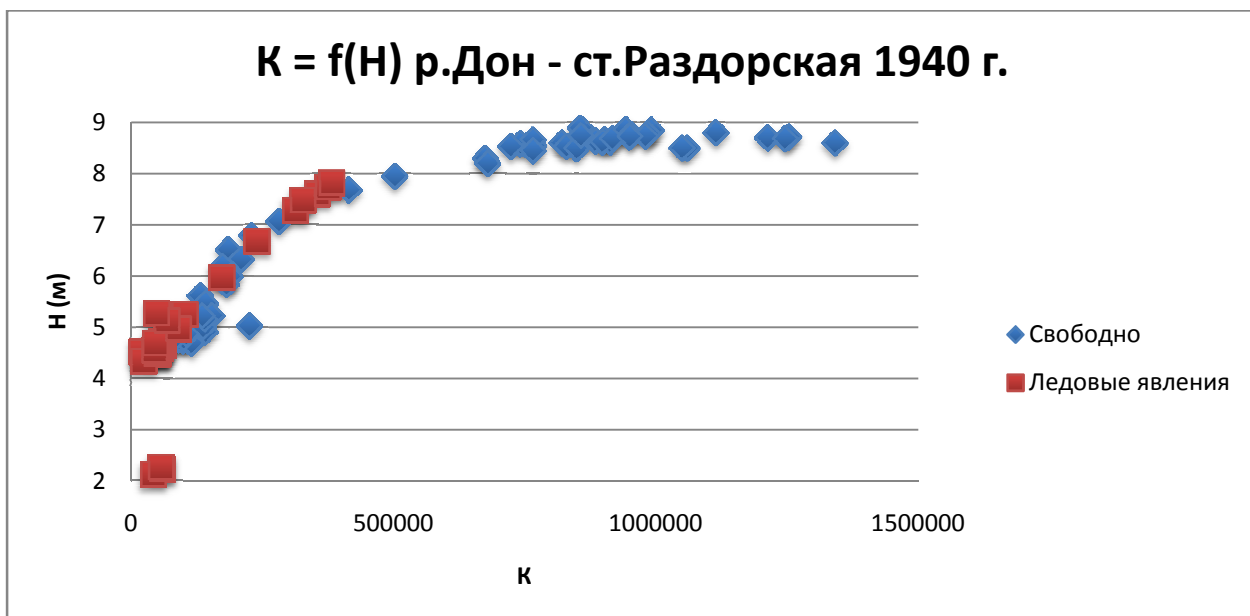


Рис.6.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р. Дон - ст.Раздорская 1940г.

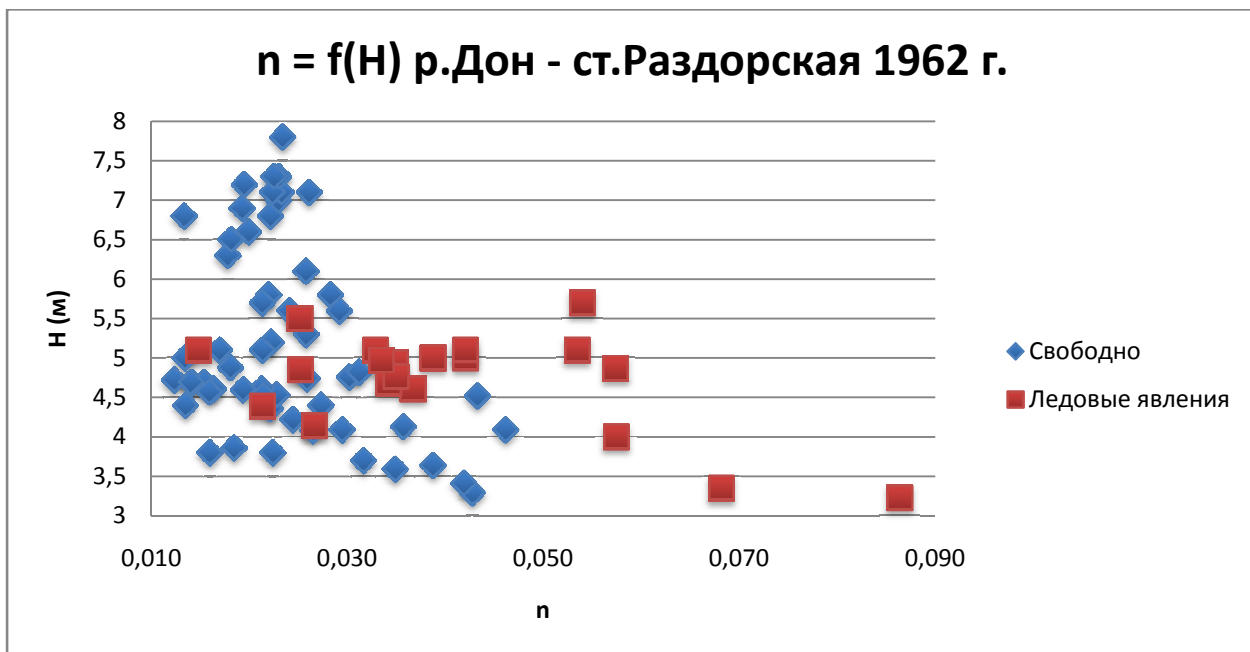


Рис.6.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Дон - ст.Раздорская 1962г.

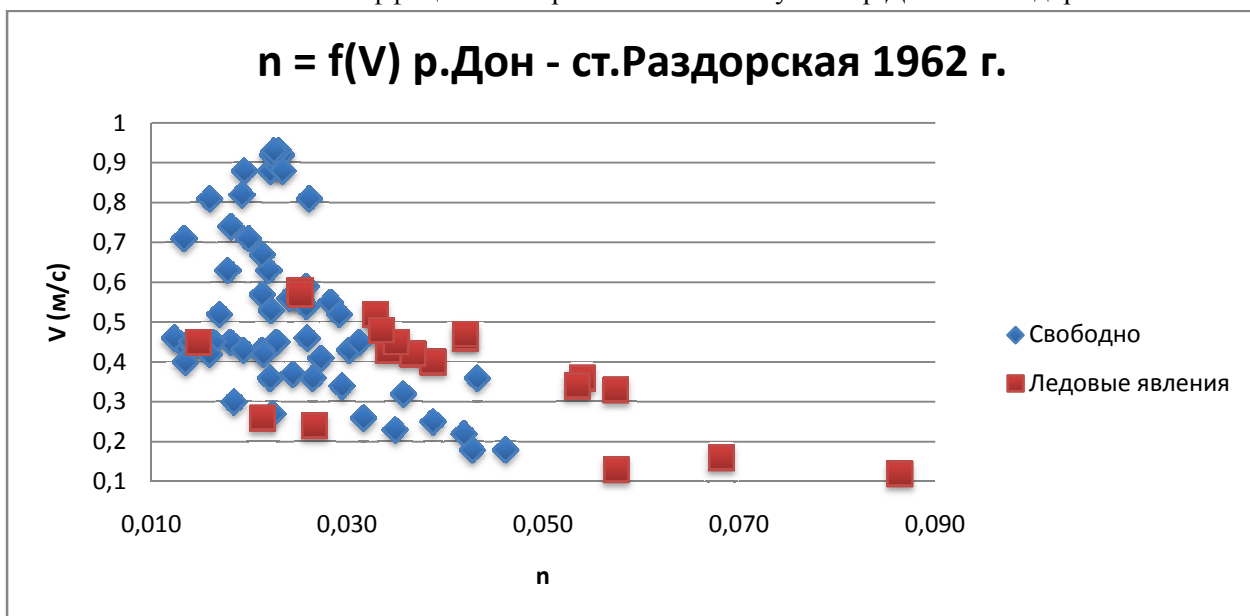


Рис.6.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р. Дон - ст.Раздорская 1962г.

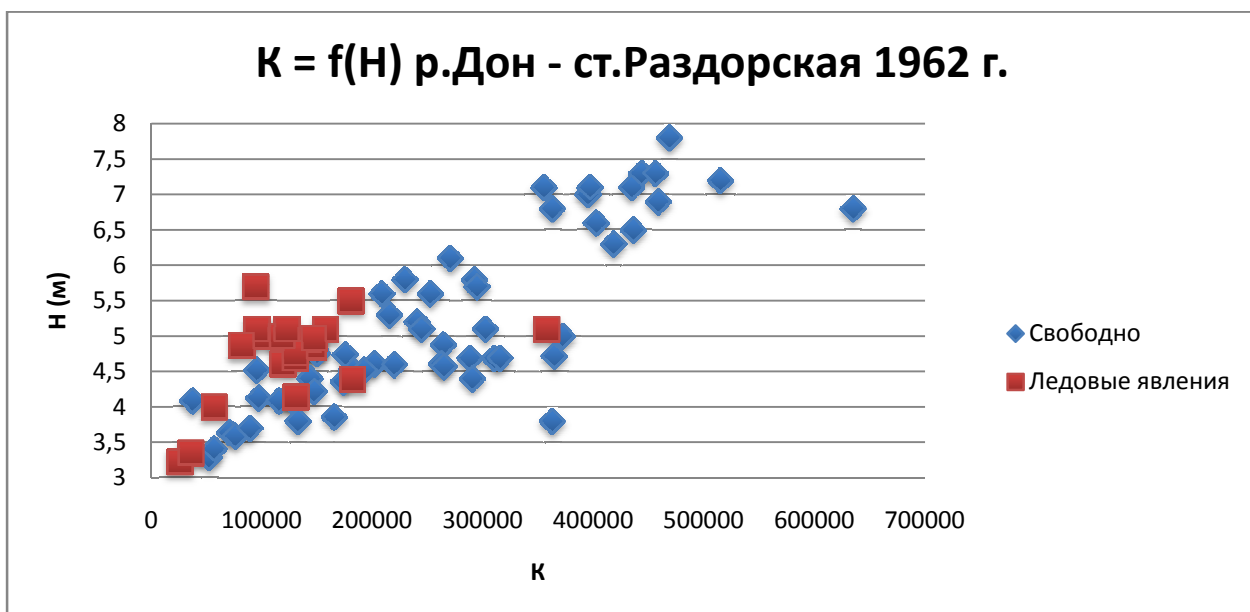


Рис.6.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р. Дон - ст.Раздорская 1962г.

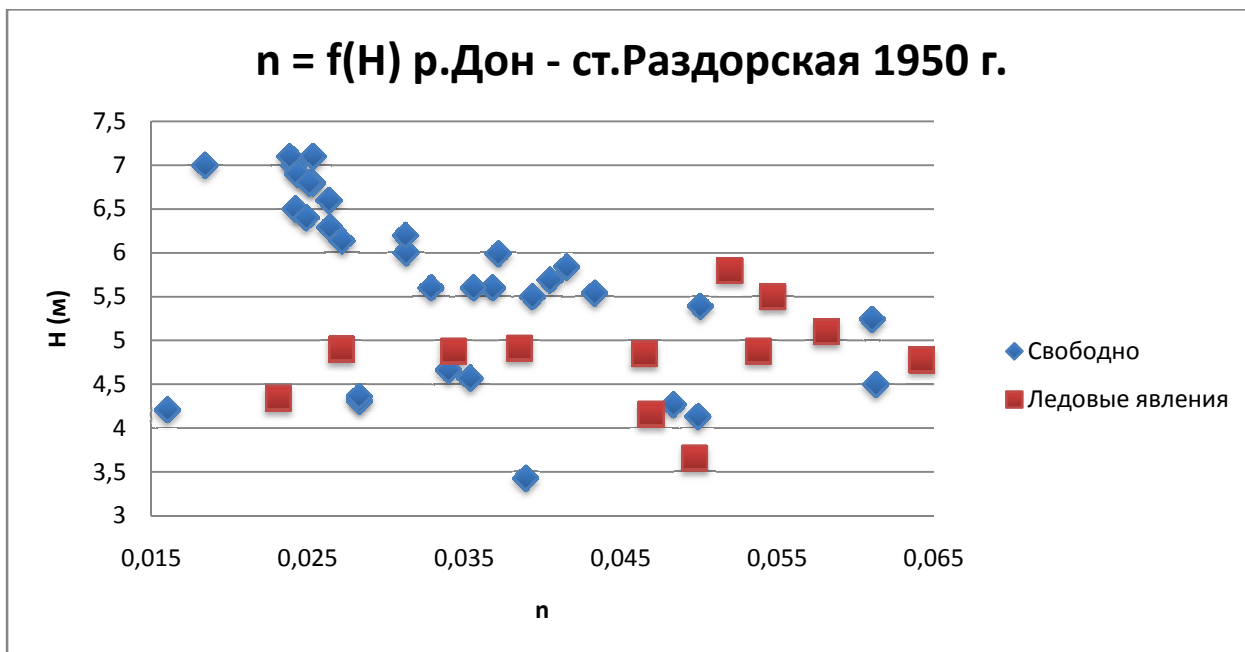


Рис.6.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Дон - ст.Раздорская 1950г.

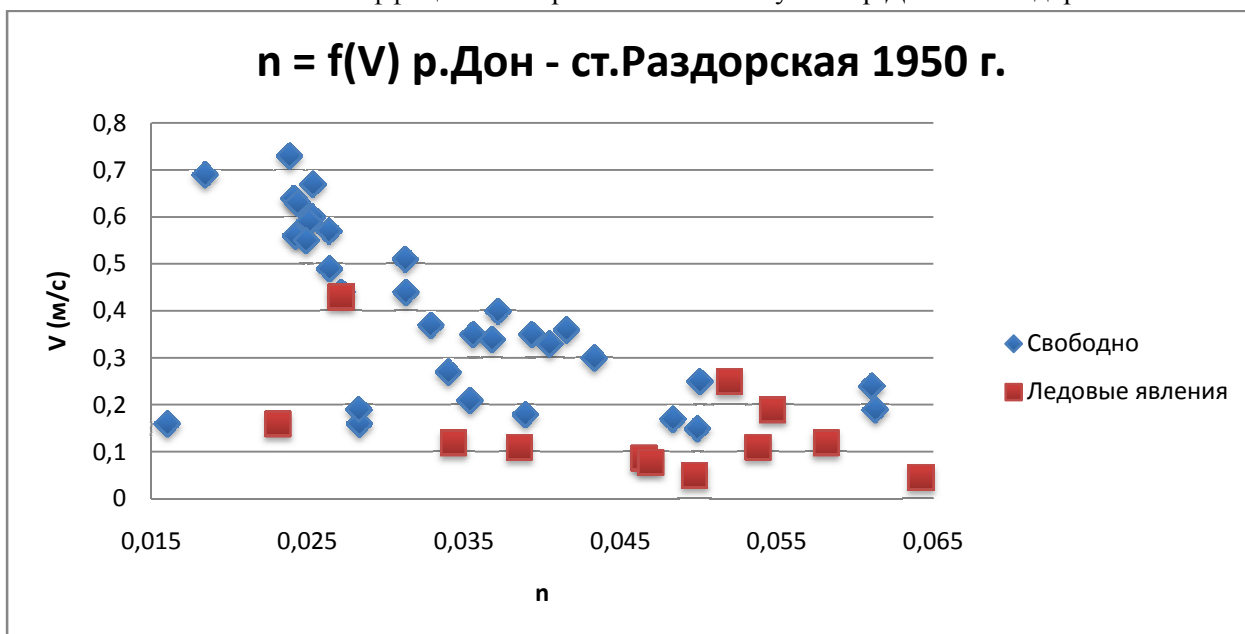


Рис.6.3.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р. Дон - ст.Раздорская 1950г.

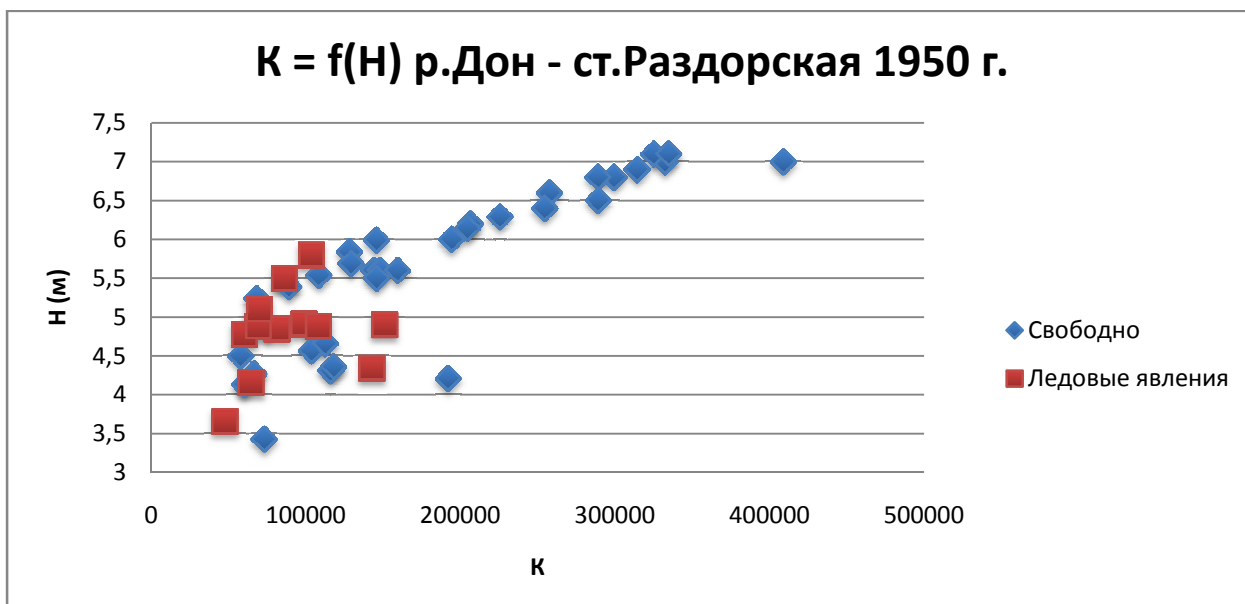


Рис.6.3.3. Зависимость модуля расхода от глубины р. Дон - ст.Раздорская 1950г.

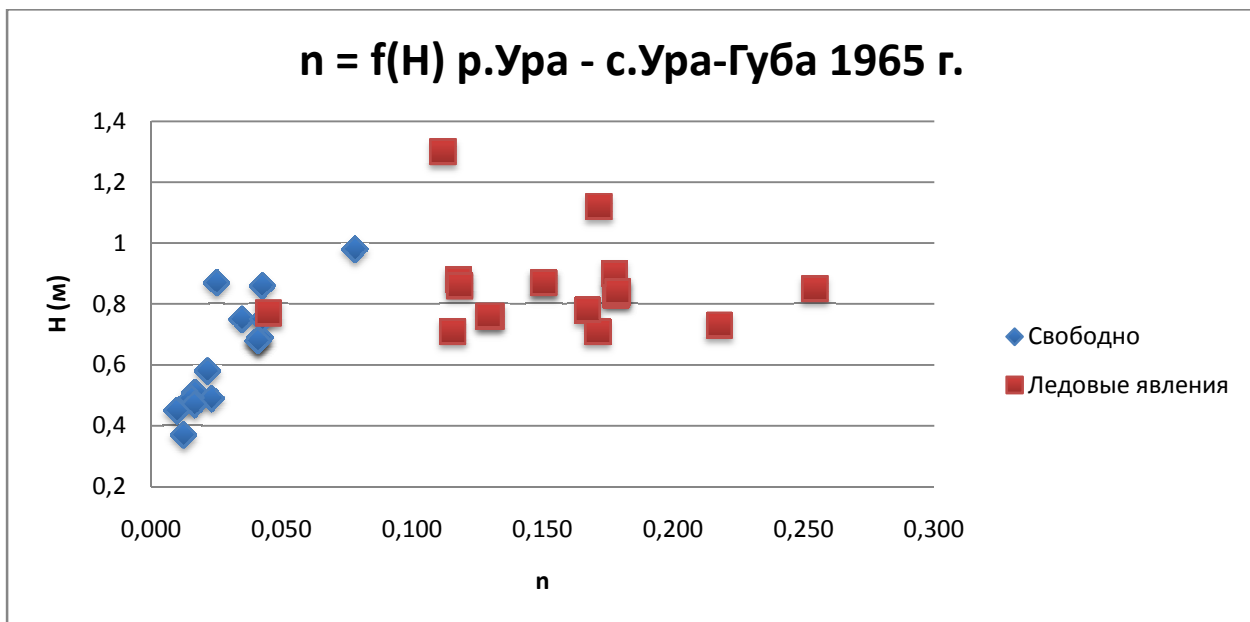


Рис.7.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.

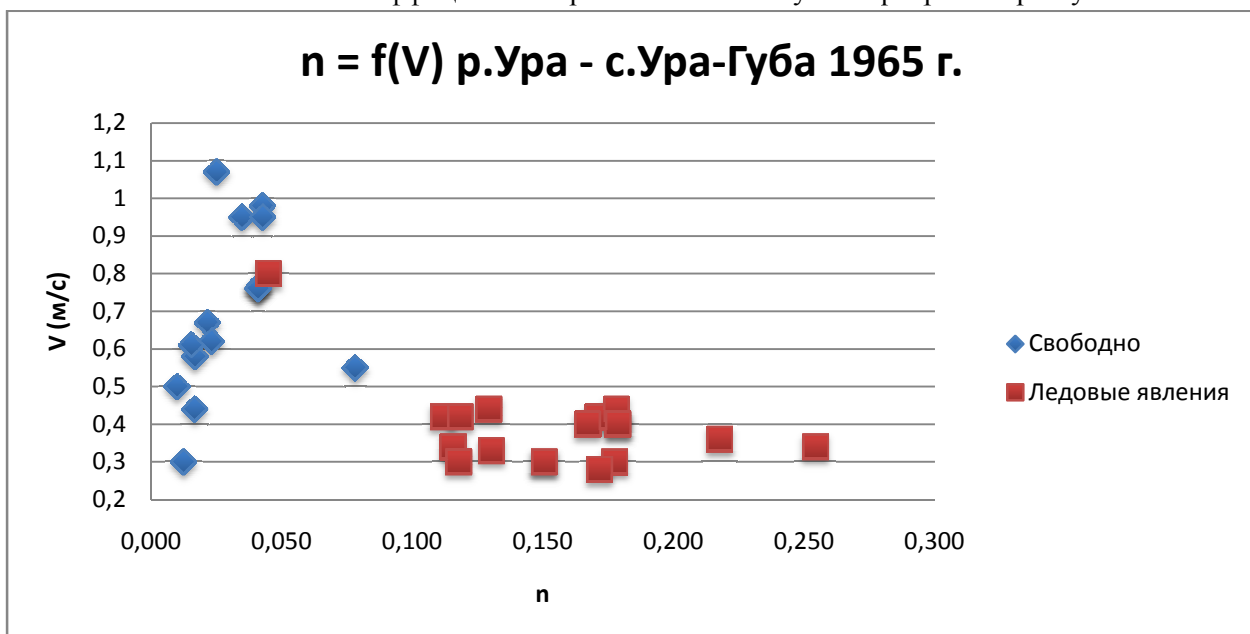


Рис.7.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.

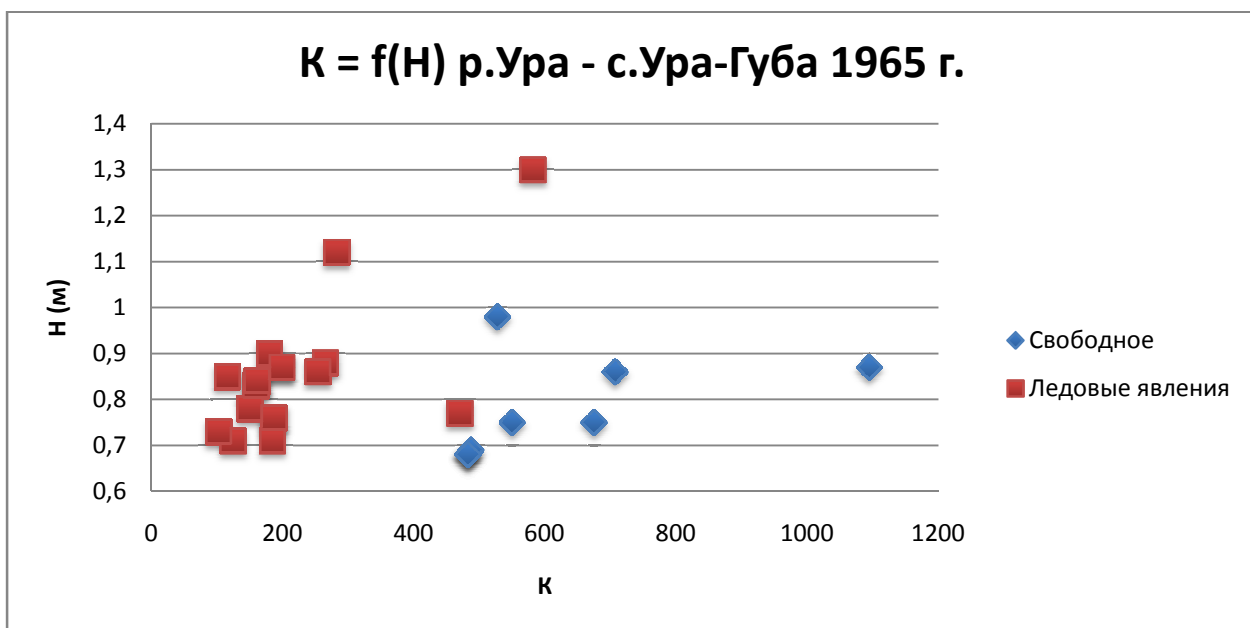


Рис.7.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1965г.



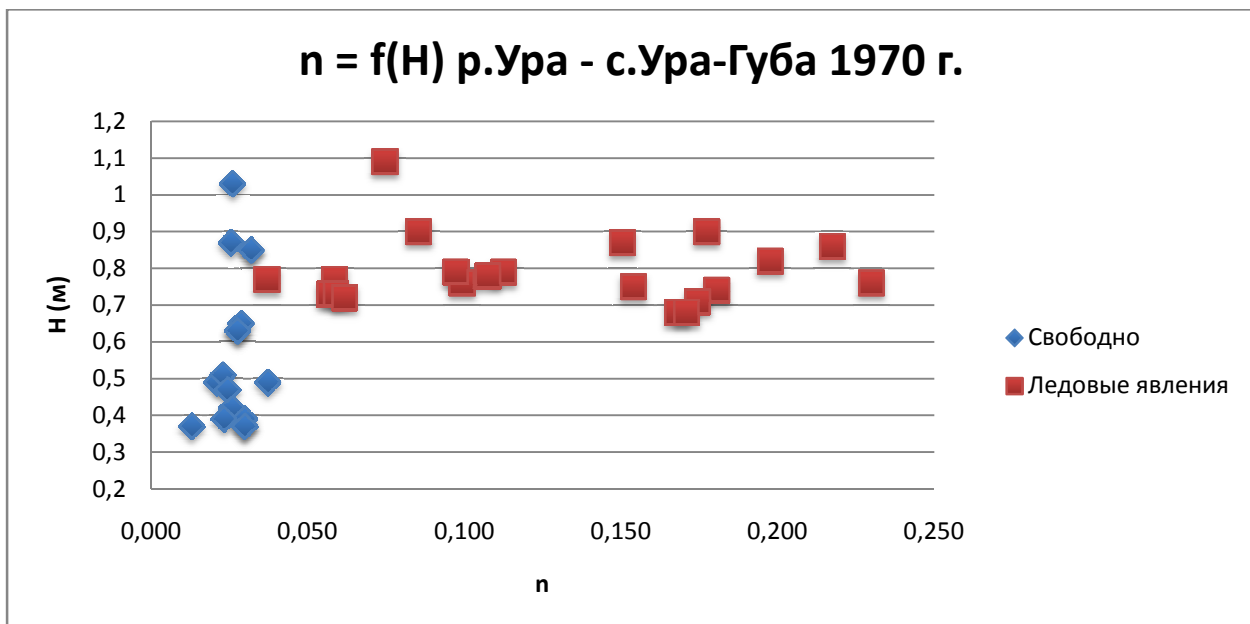


Рис.7.2.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1970г.

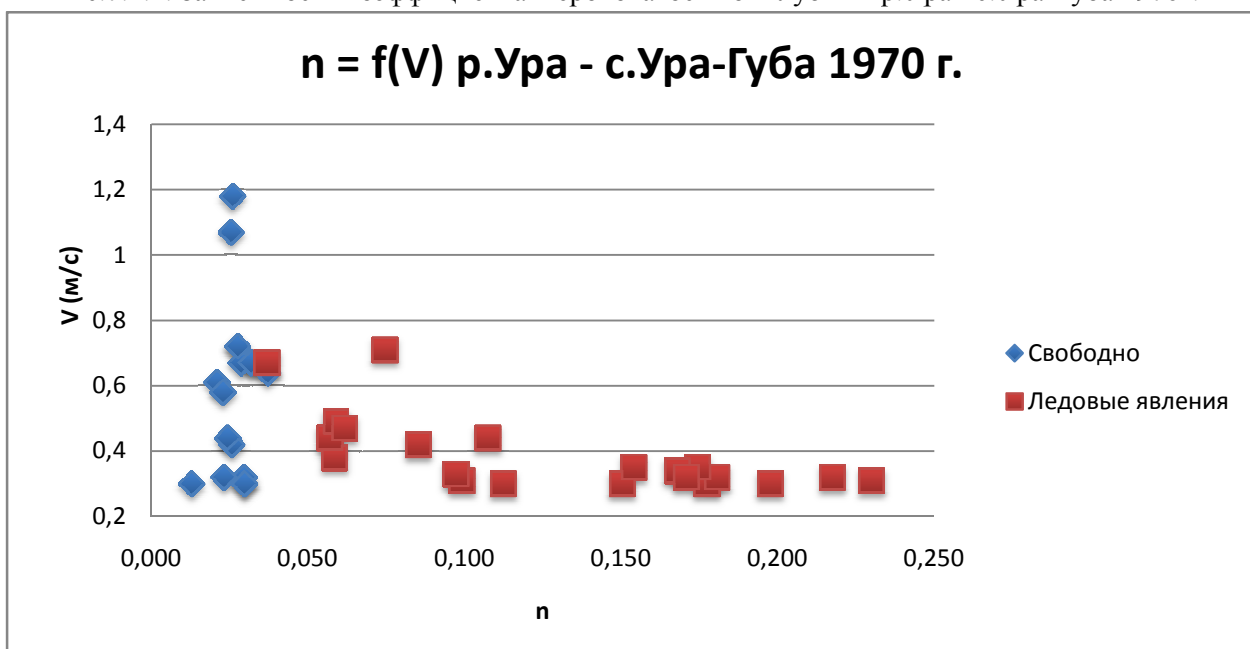


Рис.7.2.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Ура - с.Ура-Губа 1970г.

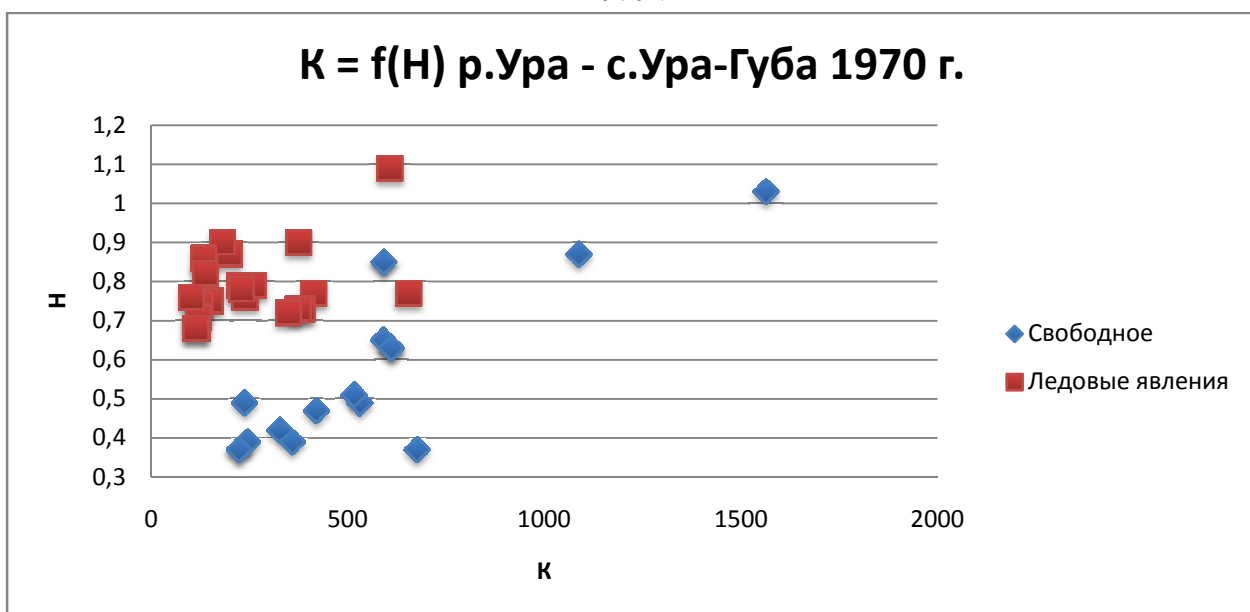


Рис.7.2.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1970г.

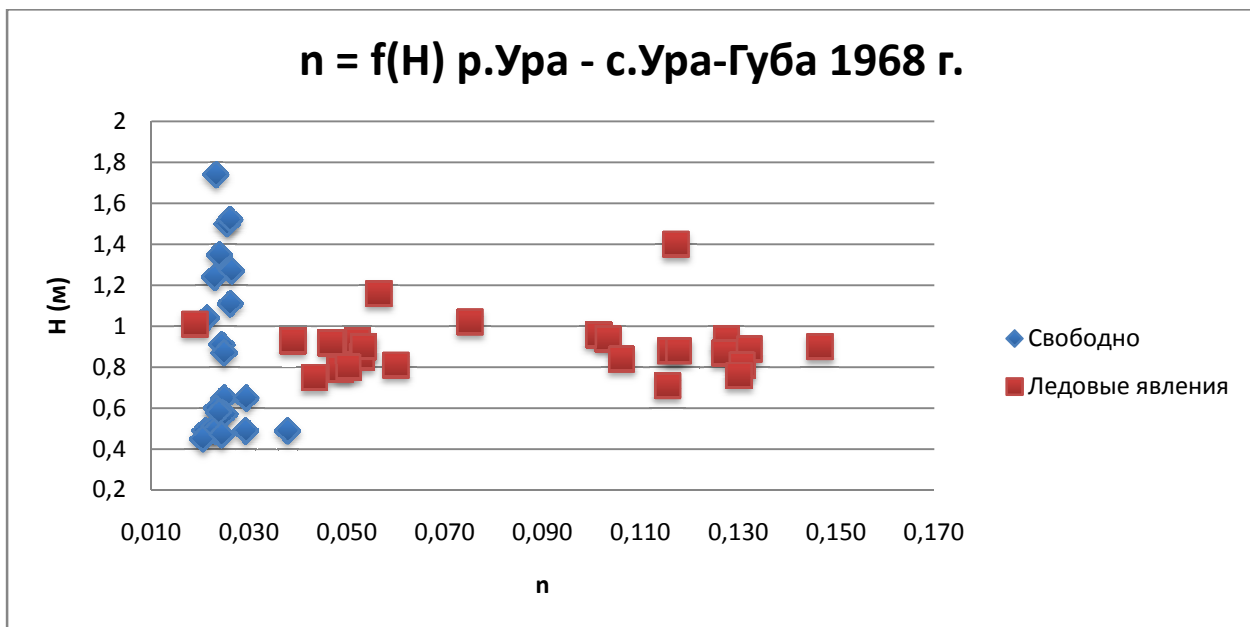


Рис.7.3.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1968г.

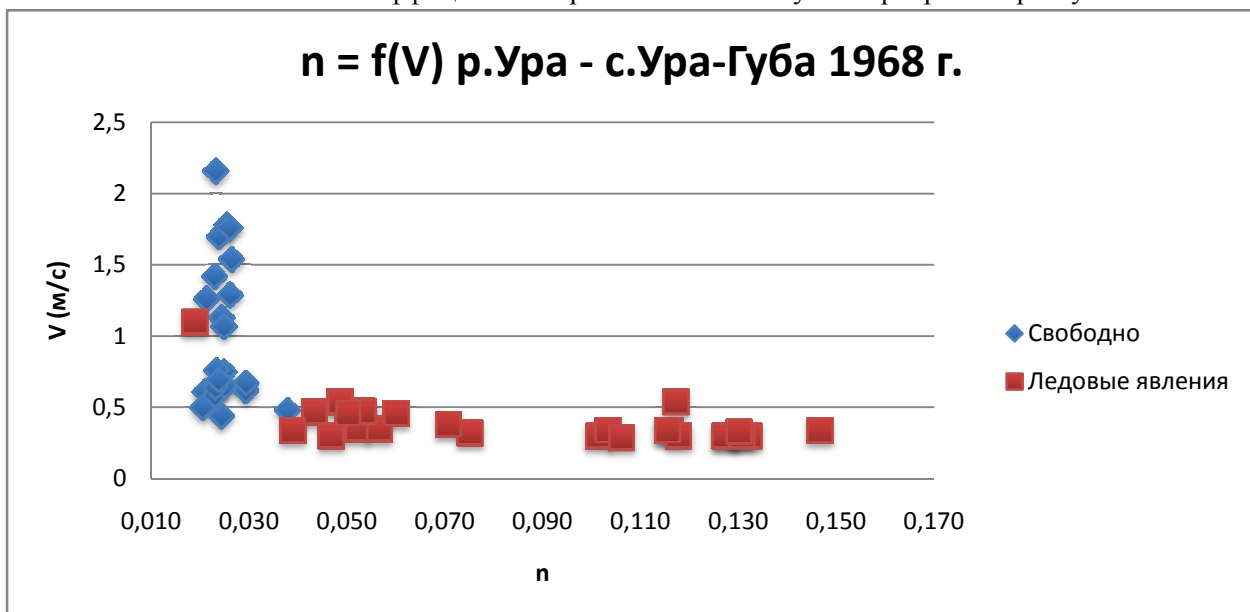


Рис.7.3.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Ура - с.Ура-Губа 1968г.

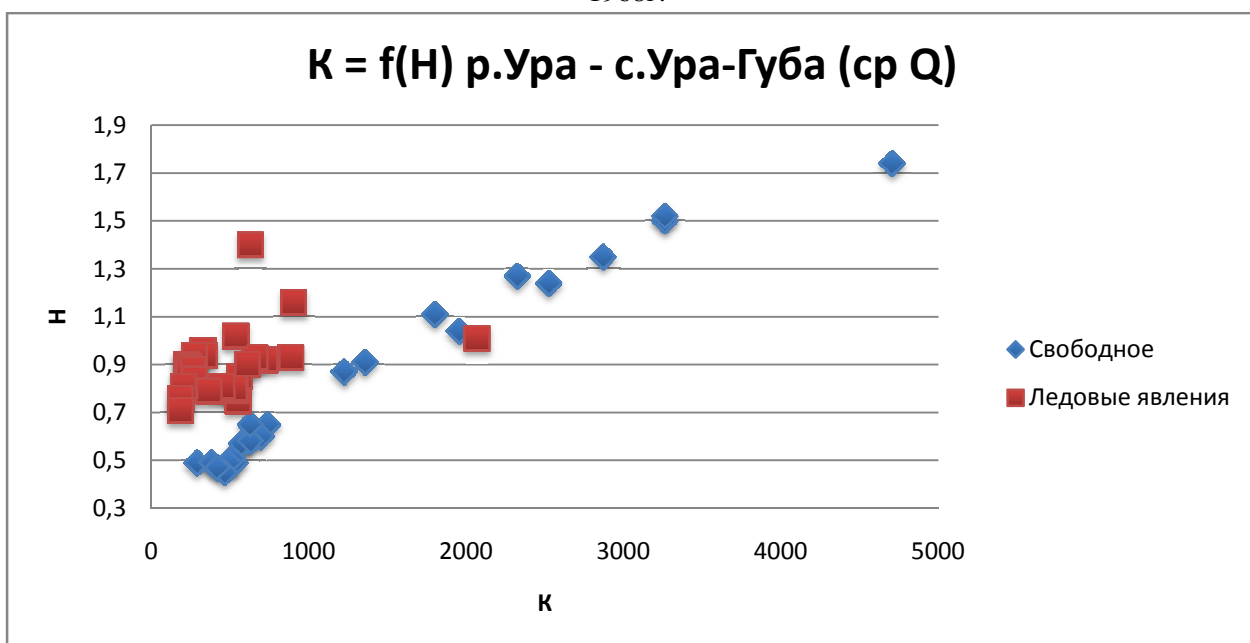


Рис.7.3.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Ура - с.Ура-Губа 1968г.

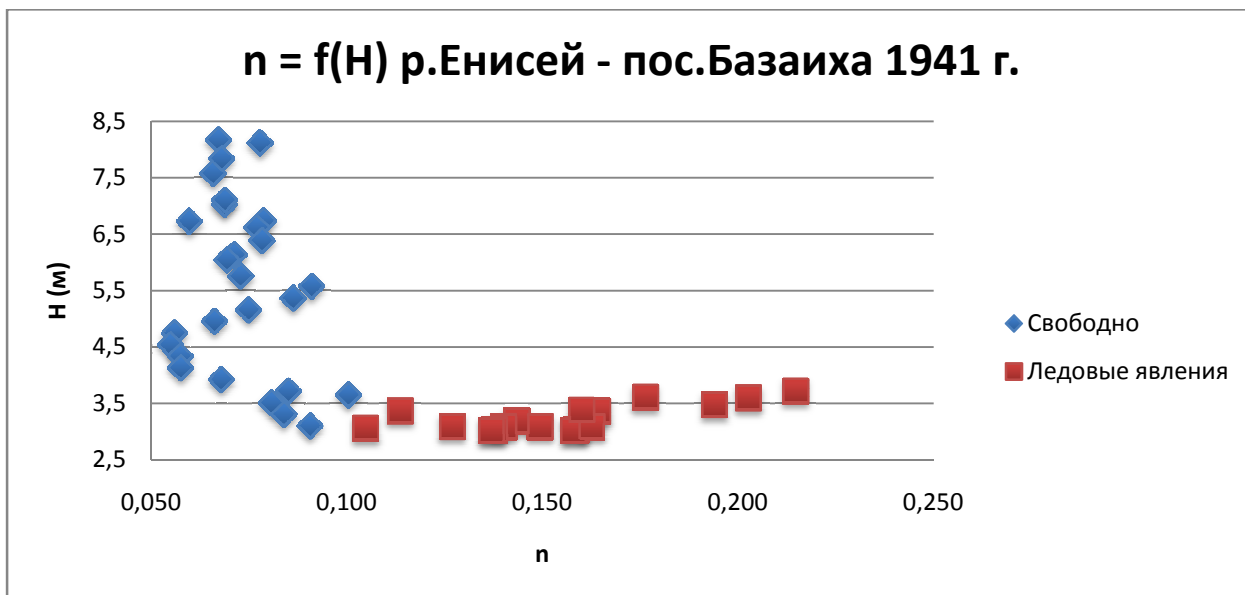


Рис.8.1.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины р.Енисей -пос.Базаиха 1941г.

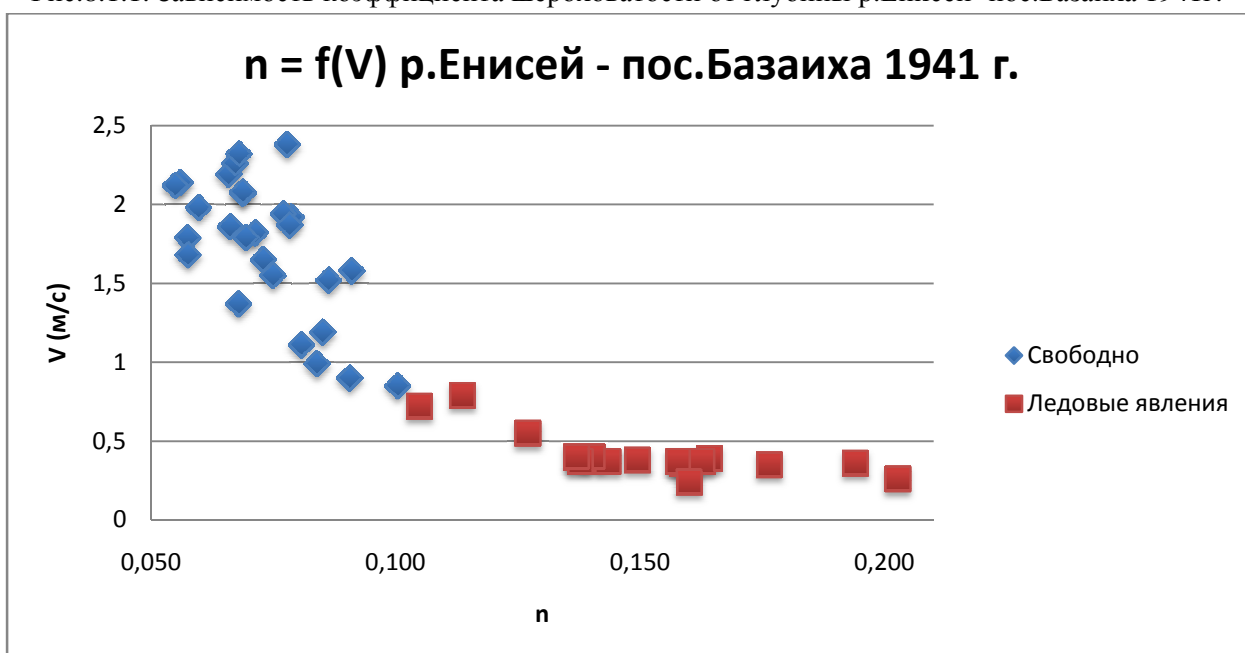
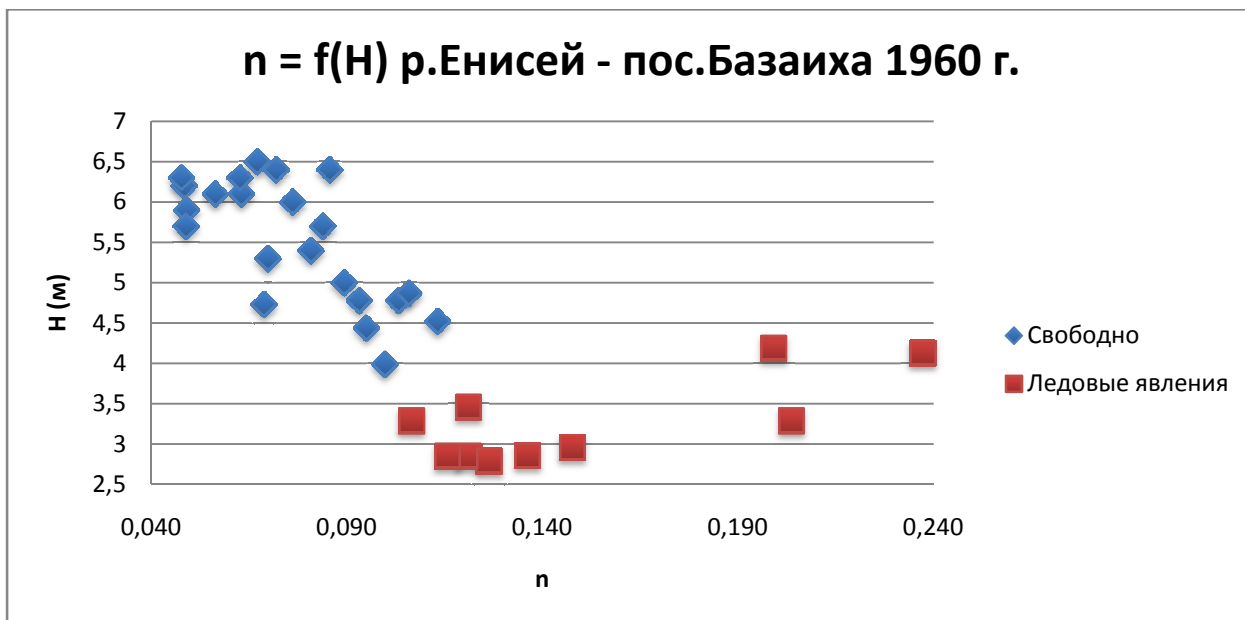


Рис.8.1.2. Зависимость коэффициента шероховатости от скорости течения р.Енисей - пос.Базаиха 1941г.



Рис.8.1.3. Зависимость модуля расхода от глубины р.Енисей - пос.Базаиха 1941г.



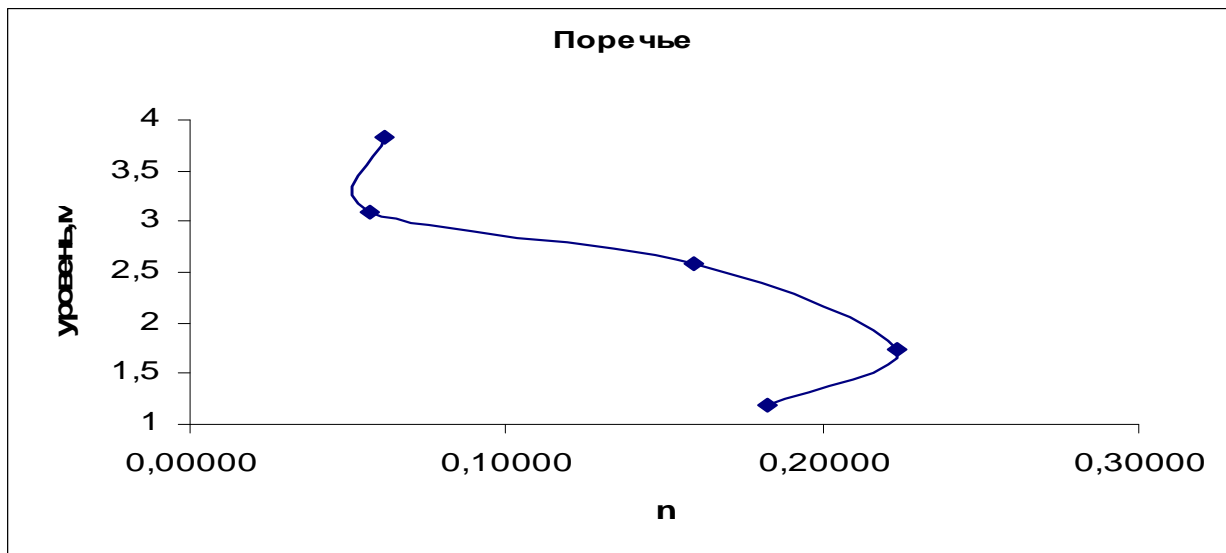


Рис.9.1. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

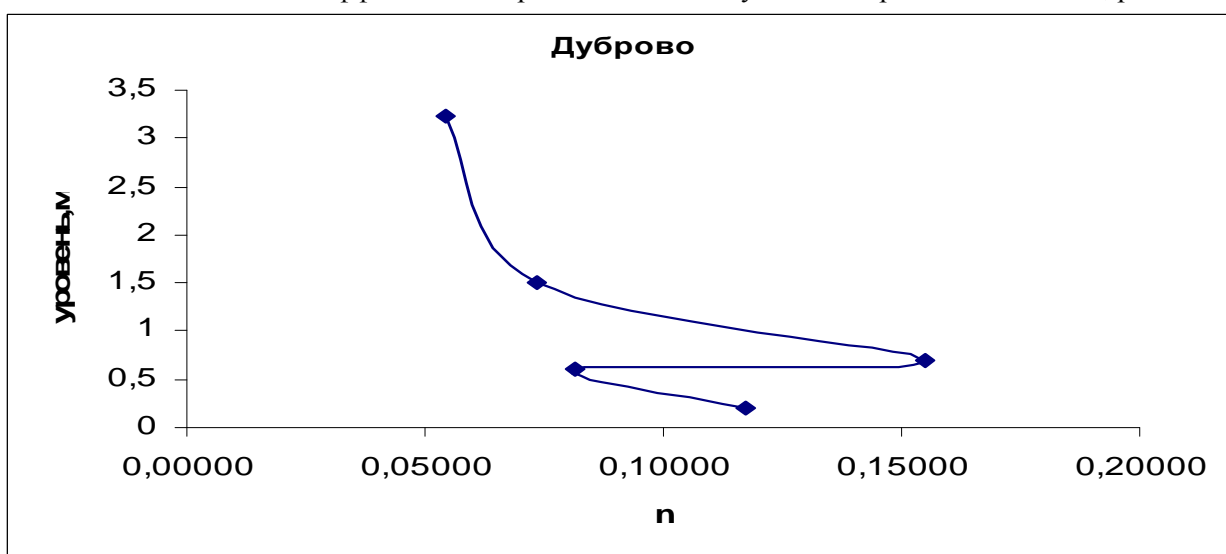


Рис.9.2. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

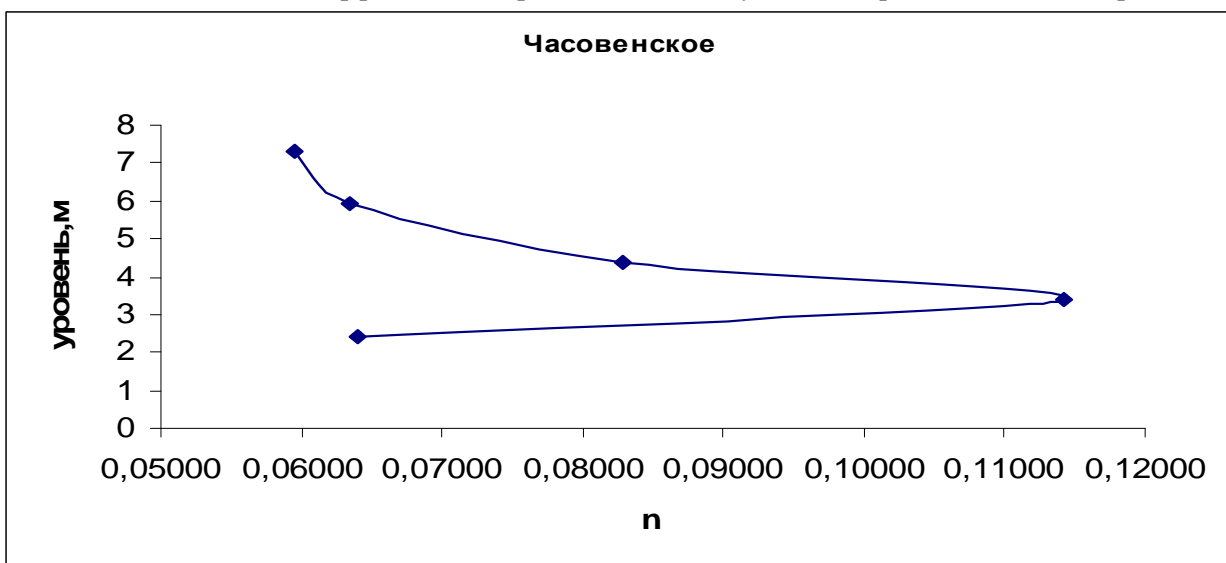


Рис.9.3. Зависимость коэффициента шероховатости от глубины для расчетных постов, р.Паша

### Приложение 3.

Таблица 1. Классификации естественных русел и нормы сопротивления движению по данным М.Ф. Срибного.

Категория	Характеристика русла	$n$	$\frac{1}{\eta}$
1	Естественные русла в весьма благоприятных условиях (чистое, прямое, не засоренное, земляное со свободным течением, русло)	0,025	40
2	Промежуточное значение между I-й и II-й категориями часто применяемое в практике. Сюда, же относятся галечные и гравийные русла при словесной характеристике их, совпадающей с I-й категорией	0,0285	35
3	Русла постоянных водотоков равнинного типа (преимущественно больших и средних рек) в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды	0,0333	30
4	Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков в обычных условиях, извилистые	0,040	25
	Правильные, хорошо разработанные галечные русла горных рощ (в нижнем течении). Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в благоприятных условиях		
5	Русла (больших и средних рек) значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые, с беспокойным течением.	0,050	20
	Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые нормальным количеством растительности (травы, кустарника)		
6	Русла периодических водотоков сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья, наличие заводей)	0,067	15
	Порожистые участки равнинных рек. Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала		
7	Реки и поймы весьма значительно заросшие (со слабым течением) с большими глубокими промоинами	0,060	12,5
	Валунные, горного типа, русла с бурным пенистым течением, с изрытой поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)		
8	Поймы такие как, предыдущей категории, но с сильно неправильным, косоструйным течением, заводами и пр.	0,100	10
	Горно-водопадного типа русла с крупновалунными извилистым строением ложа, перепады ярко выражены, пенистость настолько сильна, что потеряв прозрачность, имеет белый цвет, шум потока доминирует над всеми остальными звуками, делает разговор затруднительным.		
9	Характеристика горных рек примерно та же, что и в предыдущей категории. Реки болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и пр.)	0,133	7,5
10	Глухие поймы, сплошь лесные, таежного типа. Склоны бассейнов в естественном состоянии	0,200	5

#### Приложение 4.

Таблицы зависимостей ширины русла от глубины на расчетных створах р.Паша.

Таблица 2.1.Пост Поречье.

	1970 г	1965 г	1966 г
глубина,м	ширина,м		
0,8	29	20	17
0,9	31	23	20
1	32	29	23
1,1	33	33	24
1,2	36	34	25
1,3	37	35	27
1,4	38	36	28
1,5	39	38	30
1,6	40	39	31
1,7	41	40	32
1,8	42	41	33
1,9	43	41	34
2	43	42	35
2,1	44	43	36
2,2	45	44	37
2,3	46	44	37
2,4	46	45	38
2,5	47		39
2,6	47		40
2,7	48		2
2,8	48		43
2,9	49		45
3	50		46
3,1	51		47
3,2			49

Таблица 2.2. Пост Дуброво.

	1970 г	1965 г	1966 г
глубина,м	ширина,м		
0,4			36
0,5			38
0,6	30	36	41
0,7	35	40	43
0,8	40	45	45
0,9	45	45	46
1	47	46	47
1,1	49	47	49
1,2	50	50	50
1,3	52	50	51
1,4	54	51	52
1,5	54	52	53
1,6	55	54	54
1,7	55	54	54
1,8	56	55	55
1,9	57	55	56
2	58	56	57
2,1	59	58	57
2,2	60	60	58
2,3	60	61	59
2,4	61	62	60
2,5	61	62	60
2,6	62	63	61
2,7	62	63	61
2,8	63	64	62
2,9	63	65	63
3	64	66	63
3,1	64	66	64
3,2	64	66	65
3,3	65	67	65
3,4	66	67	66
3,5		68	66
3,6		68	67
3,7		69	67
3,8		70	67
3,9			68
4			68
4,1			69
4,2			69
4,3			70
4,4			71
4,5			71
4,6			72
4,7			73
4,8			74



Таблица 2.3. Пост Часовенское.

	1970 г	1965 г	1966 г
глубина,м	ширина,м		
0,6	100	100	80
0,7	104	100	85
0,8	106	101	90
0,9	109	102	95
1	111	103	100
1,1	113	103	101
1,2	116	104	102
1,3	118	105	106
1,4	120	107	108
1,5	120	109	115
1,6	120	110	120
1,7	121	110	122
1,8	121	120	122
1,9	121	120	122
2	121	120	123
2,1	121	121	124
2,2	122	122	124
2,3	122	123	125
2,4	122	123	125
2,5	123	123	125
2,6	123	123	125
2,7	124	123	126
2,8	124	123	127
2,9	125	124	129
3	125	124	130
3,1	127	124	132
3,2	128	124	134
3,3	129	125	136
3,4	129	125	138
3,5	129	125	139
3,6	130	125	140
3,7	130	125	141
3,8	131	125	142
3,9	131	125	143
4	132	125	144
4,1	132	126	145
4,2	133	126	146
4,3	133	127	147
4,4	133	128	148
4,5	134	128	150
4,6	134	128	151
4,7	135	129	151
4,8	136	130	152
4,9			152
5			153
5,1			154
5,2			155
5,3			157
5,4			159

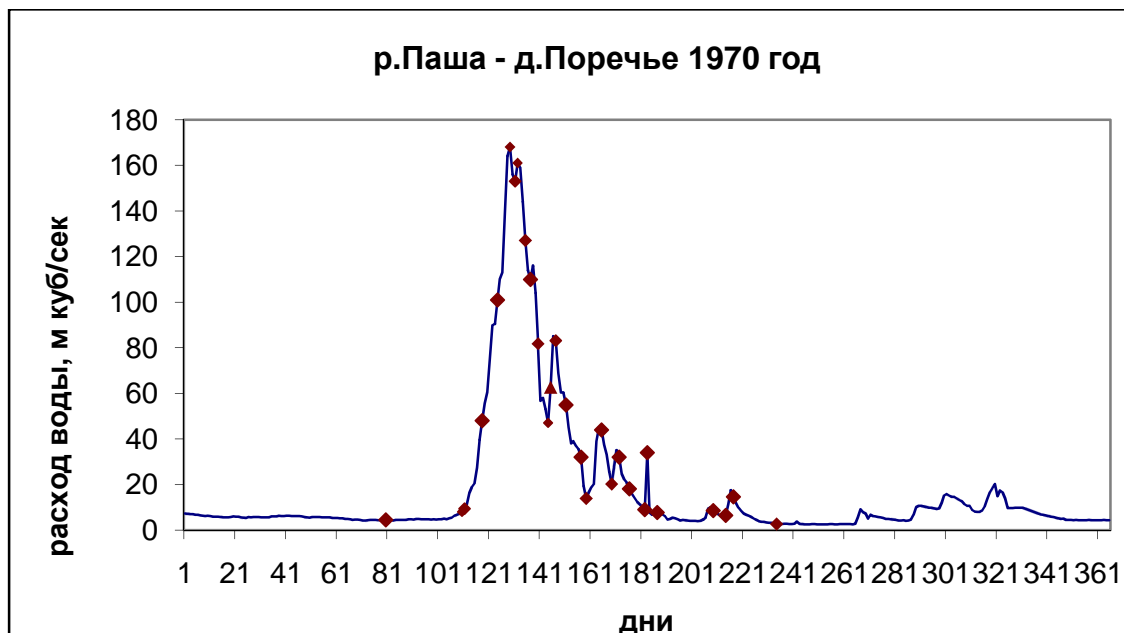


Рис. 10.1.1. Гидрограф р.Паша - д.Поречье 1970 г.

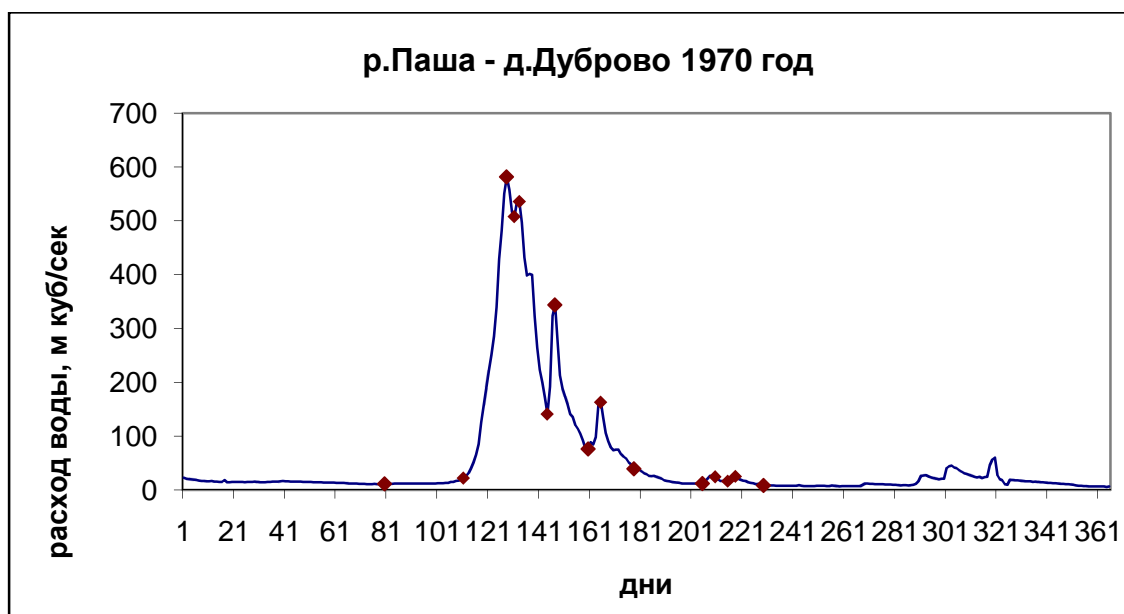


Рис. 10.1.2. Гидрограф р.Паша - д.Дуброво 1970 г.

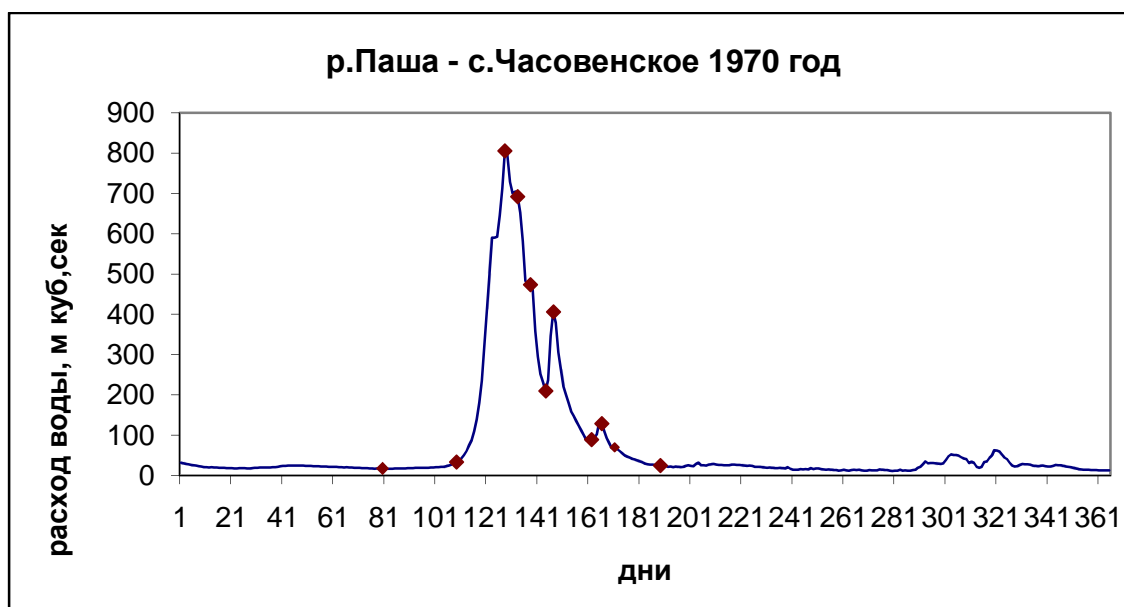


Рис. 10.1.3. Гидрограф р.Паша - с.Часовенское 1970 г.

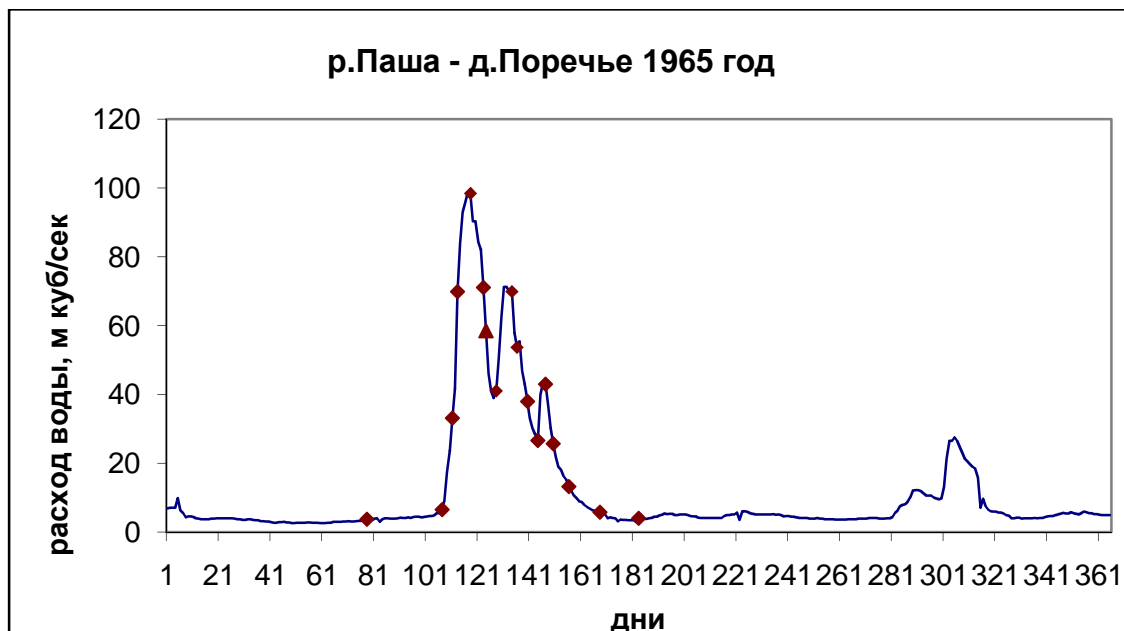


Рис. 10.2.1 Гидрограф р.Паша - д.Поречье 1965 г.

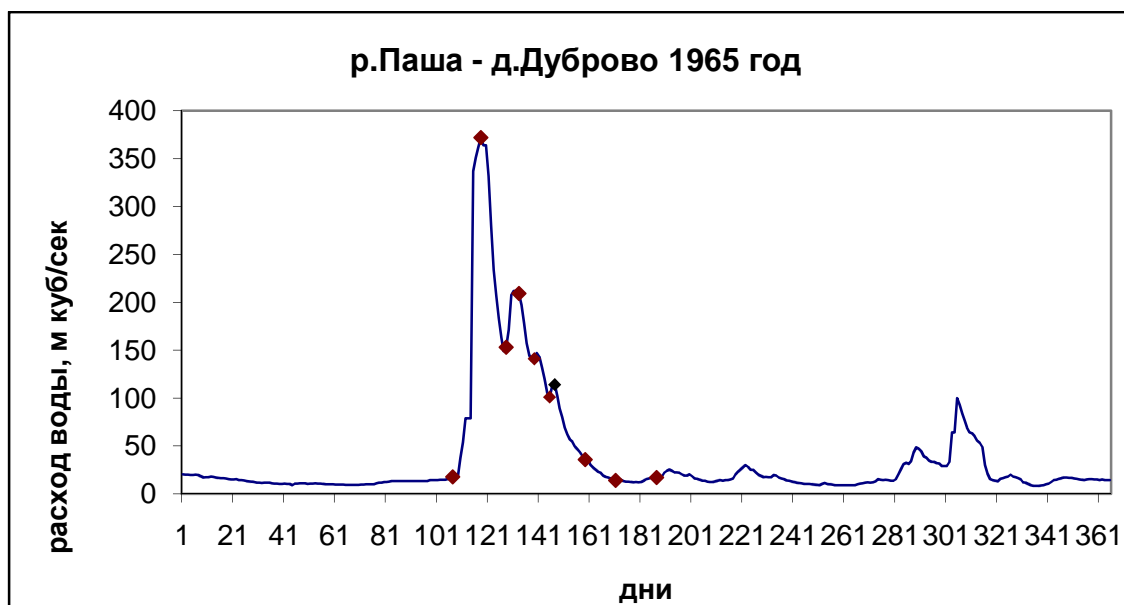


Рис. 10.2.2. Гидрограф р.Паша - д.Дуброво 1965 г.

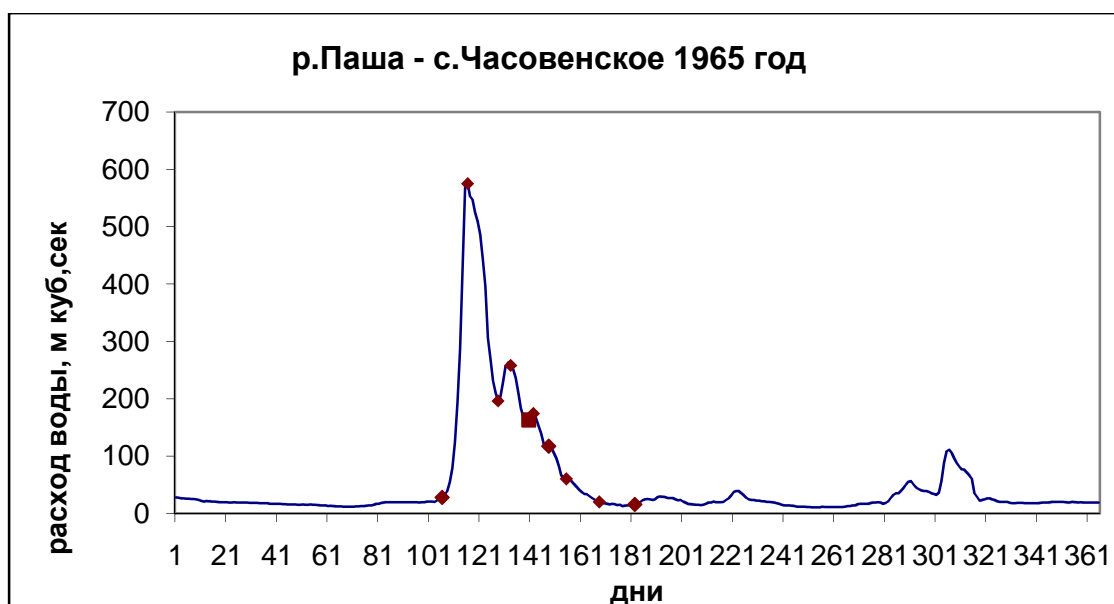


Рис.10.2.3. Гидрограф р.Паша - с.Часовенское 1965 г.

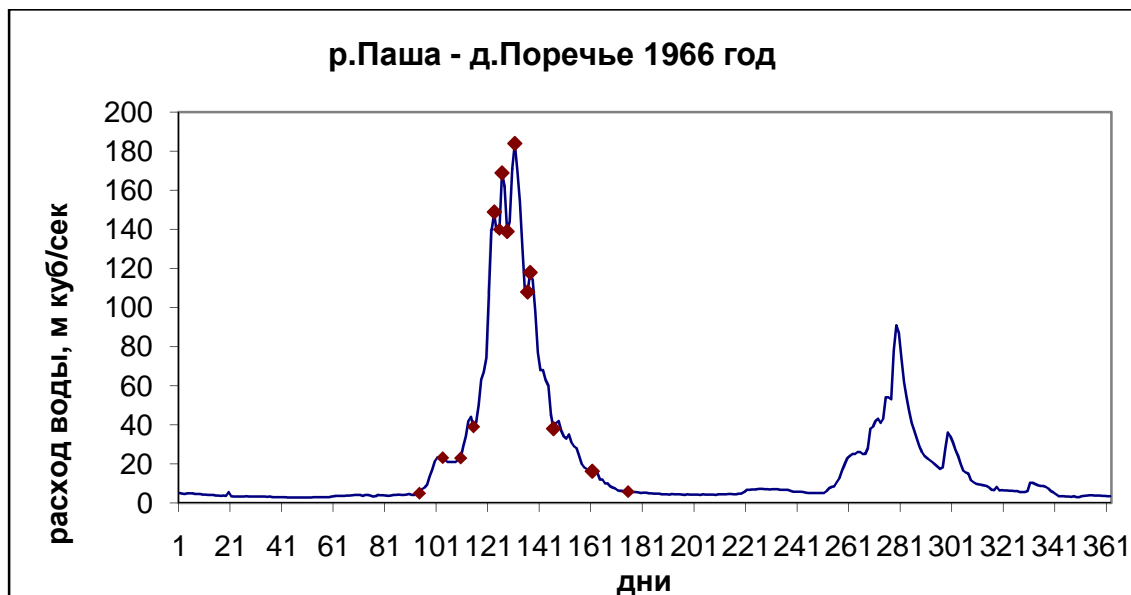


Рис. 10.3.1. Гидрограф р.Паша - д.Поречье 1966 г.

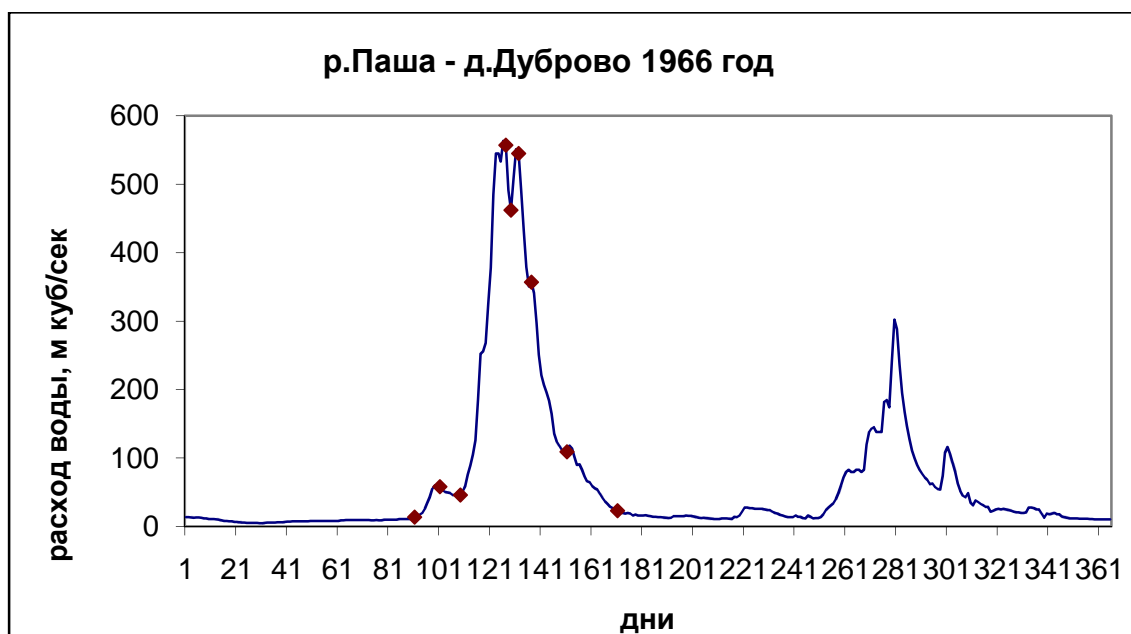


Рис. 10.3.2. Гидрограф р.Паша - д.Дуброво 1966 г.

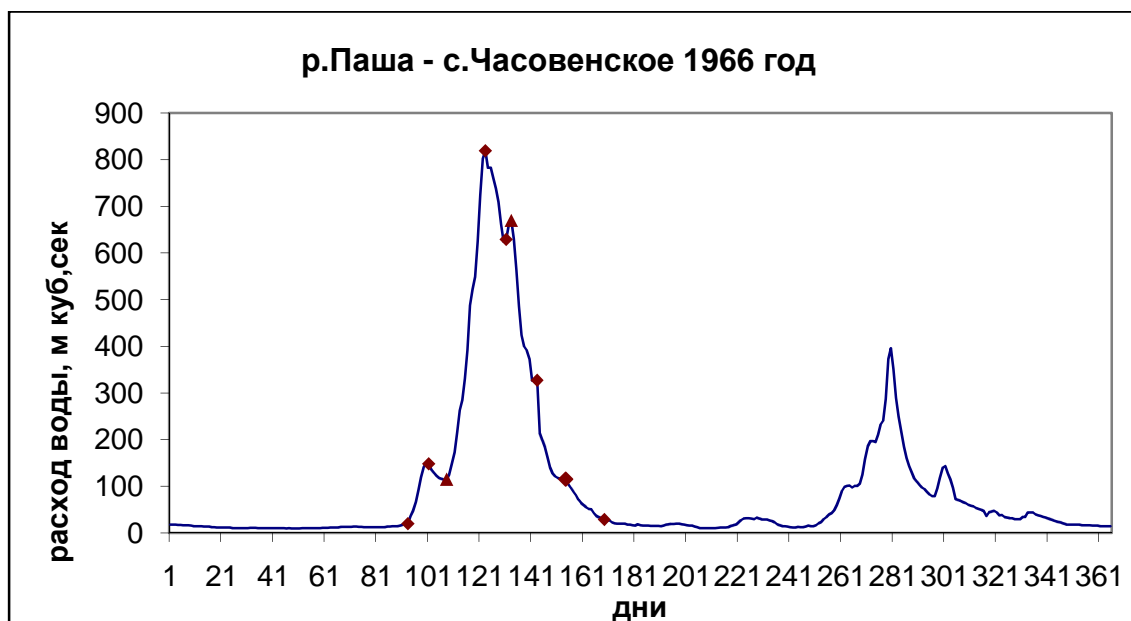


Рис. 10.3.3. Гидрограф р.Паша - с.Часовенское 1966 г.

## Приложение 6.

Годовые ходы уровней замыкающих створов.

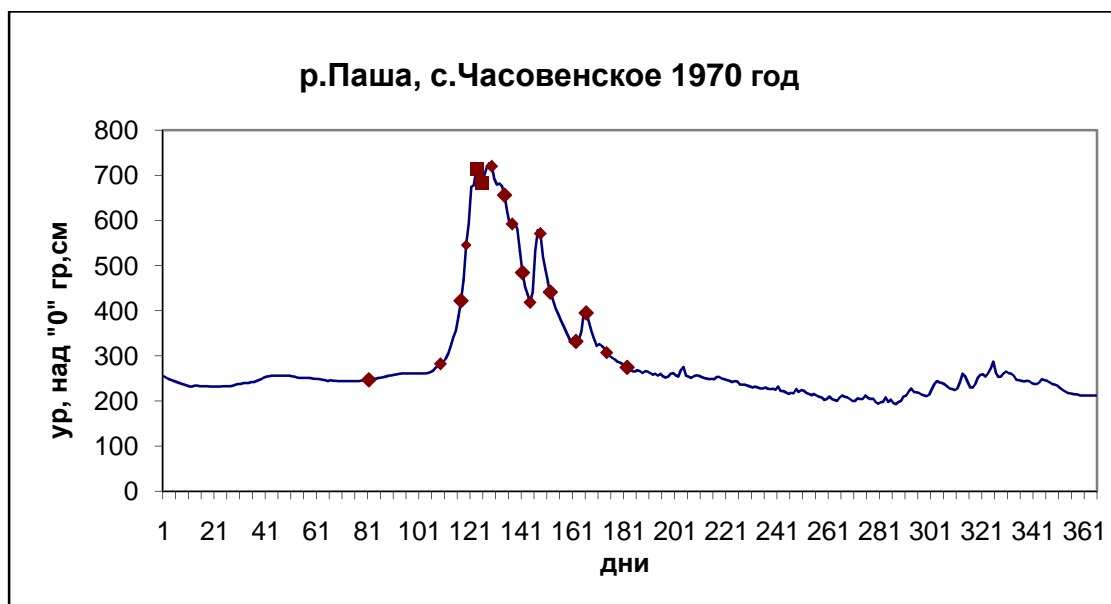


Рис. 11.1. График колебания уровня р.Паша, с.Часовенское 1970 г.

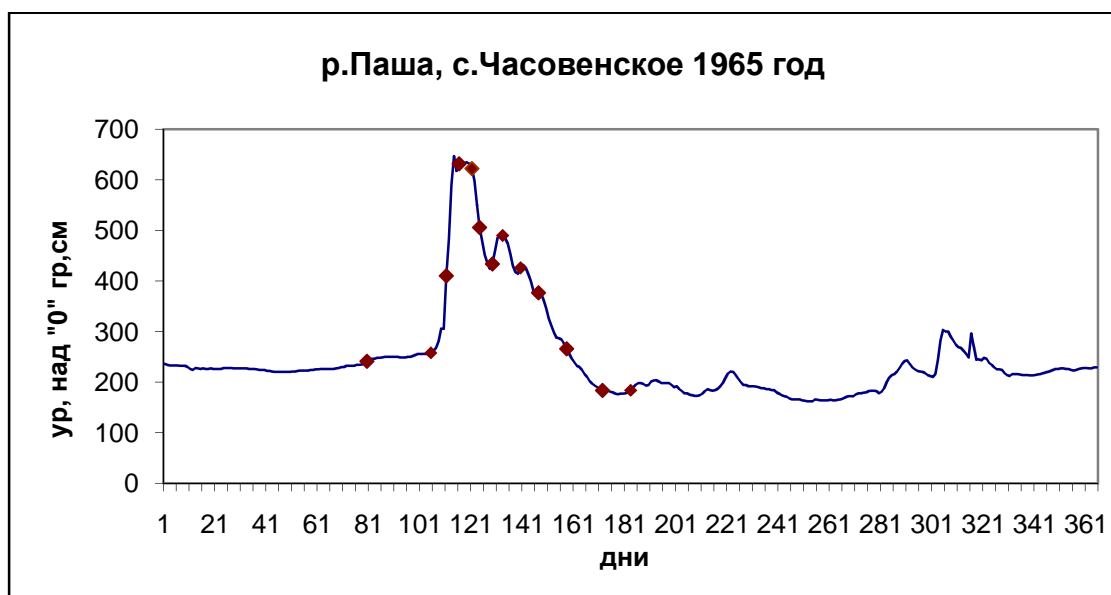


Рис.11.2. График колебания уровня р.Паша, с.Часовенское 1965 г.

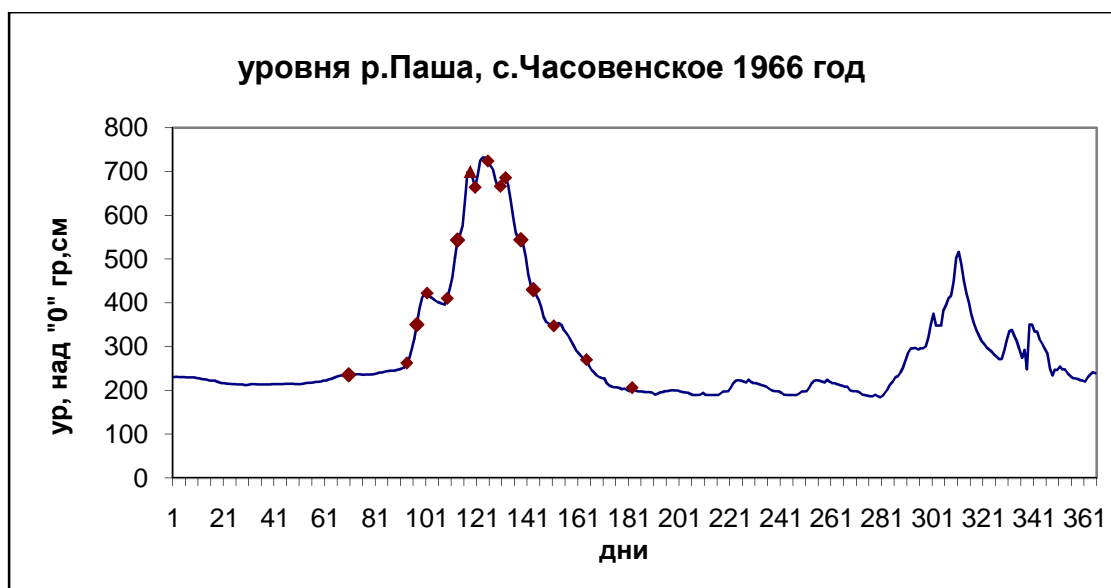


Рис.11.3. График колебания уровня р.Паша, с.Часовенское 1966 г.

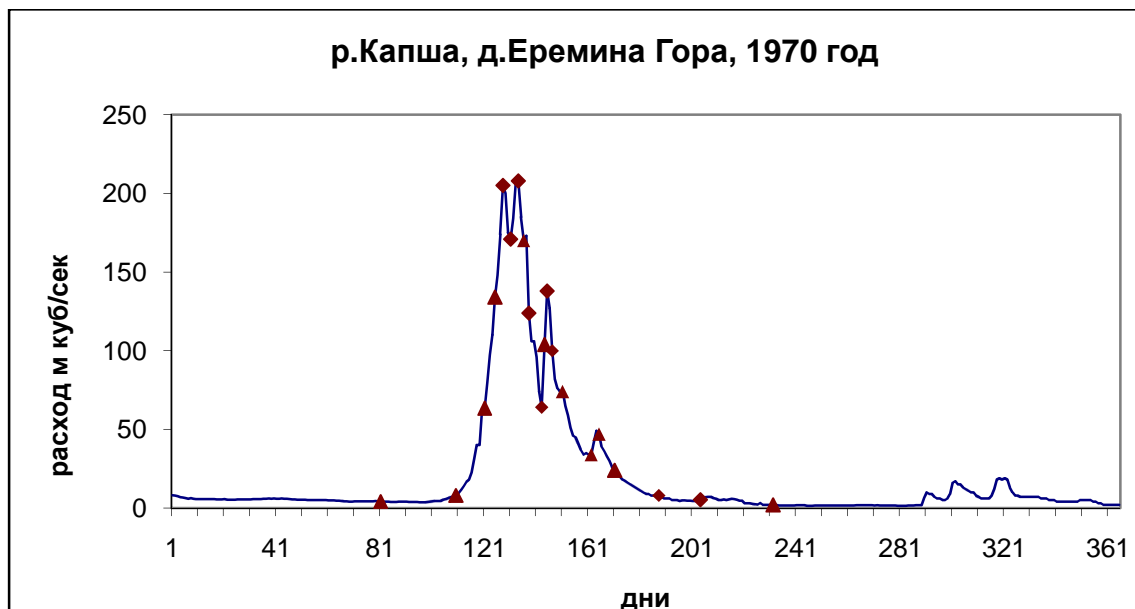


Рис.12.1 Гидрограф р.Капша, приток р.Паша 1970 г.

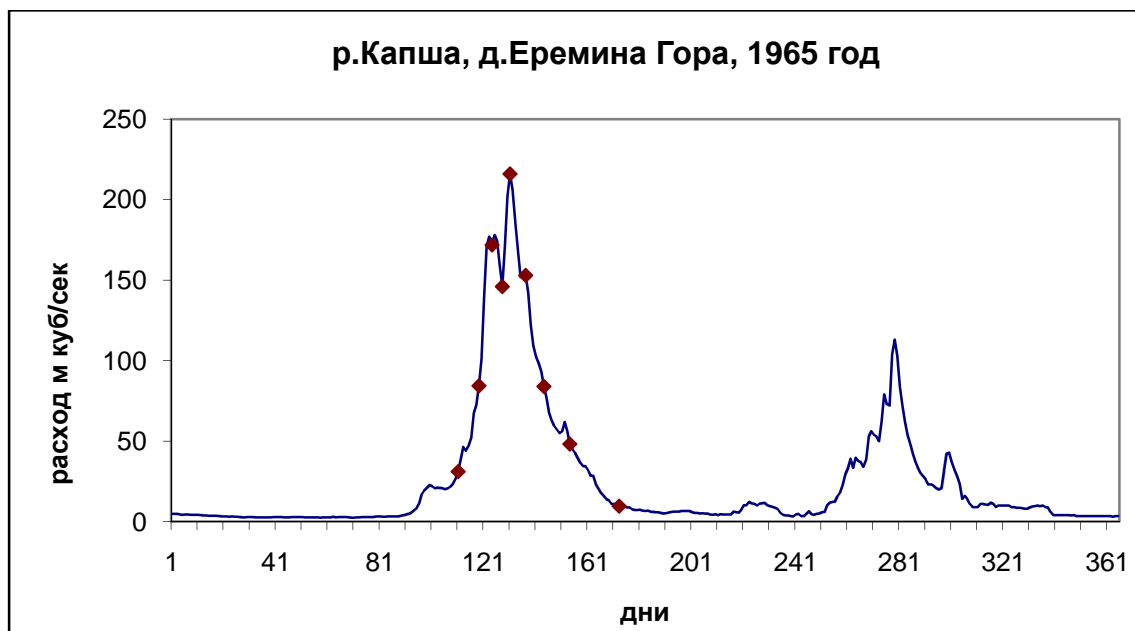


Рис.12.2. Гидрограф р.Капша, приток р.Паша 1965 г.

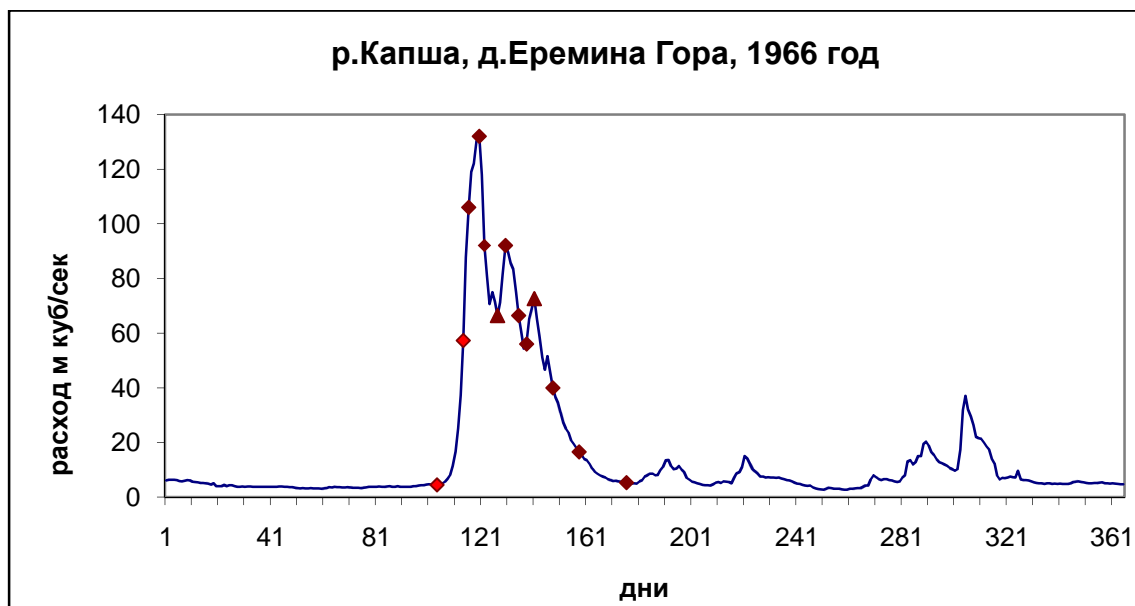


Рис.12.3. Гидрограф р.Капша, приток р.Паша 1966 г.

## Приложение 8.

Выдача результатов расчетов моделью gidr1.exe. Расчет проведен для реки Паша,  
1970 год, год средний по водности.

### HIDL

í€„PAB<€KA-„EPEBO

```

M= 2.  T0=      0.  TK=   103.  TAY=   1.  DT1=    1.  DT2=  110.  MT=*****  IYP= 1.
L OTRP€KOB € KO<-BO €HTEPBA<OB
  15.      30.  49000.  86000.
IY1=  0IY2=  0IY3=  0IY4=  ONTY=  103LX=   4IYP1=  1
MACC€B BMQ
  30.00      65.00      65.00      110.00
MACC€B BMZ
  74.3100   42.5500   42.5500    7.3900
L= 2.  TAŦ< Z„HA(X)
      .0000  49000.0000      72.1100      40.2500
“- ŦA„AH€Ŧ €H“OPM=1.
“- KOŦ““ EŦ€-  2. EPOXOB= .080
KOOP„ X=      0.L TAŦ<= 8.TAŦ< B(H)
      .0000      1.0000      1.4000      1.8000      2.2000      2.6000      3.0000      3.4000
      .0000      32.0000      38.0000      42.0000      45.0000      47.0000      50.0000      54.0000
KOOP„ X= 49000.L TAŦ<= 9.TAŦ< B(H)
      .0000      .6000      1.0000      1.4000      1.8000      2.2000      2.6000      3.0000
      3.4000      .0000      30.0000      47.0000      54.0000      56.0000      60.0000      62.0000
      64.0000      66.0000
L= 2.  TAŦ< Z„HA(X)
      .0000  86000.0000      40.2500      5.2600
“- ŦA„AH€Ŧ €H“OPM=1.
“- KOŦ““ EŦ€-  2. EPOXOB= .040
KOOP„ X=      0.L TAŦ<= 9.TAŦ< B(H)
      .0000      .6000      1.0000      1.4000      1.8000      2.2000      2.6000      3.0000
      3.4000      .0000      30.0000      47.0000      54.0000      56.0000      60.0000      62.0000
      64.0000      66.0000
KOOP„ X= 86000.L TAŦ<=11.TAŦ< B(H)
      .0000      .8000      1.2000      1.6000      2.0000      2.4000      2.8000      3.2000
      3.6000      4.0000      4.4000      .0000      106.0000      116.0000      120.0000      121.0000
      122.0000      124.0000      128.0000      130.0000      132.0000      133.0000
TEŦ BEP = 2.L TAŦ<= 23.  TAŦ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)
      .000000      30.00000      32.00000      38.00000      43.00000      45.00000
      46.00000      49.00000      51.00000      54.00000      58.00000      59.00000
      61.00000      65.00000      71.00000      73.00000      78.00000      83.00000
      86.00000      91.00000      98.00000      97.00000      103.00000      30.00000
      30.00000      48.00000      101.00000      168.00000      153.00000      161.00000
      127.00000      110.00000      81.00000      47.00000      63.00000      83.00000
      55.00000      32.00000      13.00000      44.00000      20.00000      32.00000
      16.00000      8.00000      34.00000      7.00000
TEŦ ŦO„X1= 1.TEŦ ŦO„#2= 1.
TEŦ BEP = 5.L TAŦ<= 2.  TAŦ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)
      .00000      103.00000      .00000      .00000
L TAŦ<=18.  TAŦ< Ŧ(Z)
      .00000      30.00000      35.00000      39.00000      42.00000      45.00000
48.00000      50.00000
      52.00000      57.00000      58.00000      59.00000      61.00000      65.00000
76.00000      79.00000
      85.00000      103.00000      22.00000      22.00000      63.00000      134.00000
205.00000      171.00000
      208.00000      170.00000      124.00000      64.00000      104.00000      138.00000
100.00000      74.00000
      34.00000      47.00000      24.00000      8.00000
TEŦ ŦO„X1= 1.TEŦ ŦO„#2= 1.
TEŦ BEP = 3.L TAŦ<= 15.  TAŦ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)
      .00000      30.00000      33.00000      37.00000      39.00000      43.00000
      49.00000      55.00000      58.00000      62.00000      67.00000      77.00000
      80.00000      89.00000      103.00000      7.39000      7.39000      8.97000
      10.66000      10.34000      10.72000      9.72000      8.36000      7.70000
      9.23000      7.74000      6.88000      7.47000      6.52000      6.81000
L TAŦ<= 4.  TAŦ< KOOP„€HAT CTBOPOB(BMX)
      0.  49000.  0.  86000.
L TAŦ< ŦOKOBAŦ ŦPEŦO—HOCT#= 0.
L TAŦ< ŦOKOBAŦ ŦPEŦO—HOCT#= 0.
BXX MACC€B €H“OPM BEP
  74.3100   42.5500    7.3900
MACC€B NR
  2.  3.

```

H-B ŦA„AH> TAŦ<€—HO  
 €CXO„HAŦ €H“OPMA—€Ŧ C—€T>BAETCŦ C Ŧ/K  
 HA—A<O C—ETA T= .00TKOH= 103.00TY= 103.00

BPEMŦ B CEK T= 1. —€C<O “—ACTKOB M= 2

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.481	30.000	.473	63.400	45.00		991.58	1.3996
2	49000.0	42.293	33.765	.678	95.825	60.50		1621.14	1.5745

Продолжение приложения 8.

3	.0	42.293	55.765	.678	95.825	60.50	3242.27	1.5745	.030
4	86000.0	7.390	106.968	.556	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.019
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 1. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.481	30.000	.473	63.400	45.00	991.58	1.3996	.016
2	3266.7	72.300	29.853	.494	65.467	46.03	1030.37	1.4128	.017
3	6533.3	70.125	29.625	.513	67.547	47.07	1069.61	1.4258	.019
4	9800.0	67.964	29.676	.531	69.641	48.10	1109.31	1.4385	.020
5	13066.7	65.803	29.603	.548	71.748	49.13	1149.46	1.4510	.021
6	16333.3	63.654	29.818	.564	73.869	50.17	1190.06	1.4632	.022
7	19600.0	61.502	29.867	.579	76.004	51.20	1231.12	1.4751	.023
8	22866.7	59.362	30.220	.593	78.152	52.23	1272.63	1.4869	.024
9	26133.3	57.217	30.369	.606	80.314	53.27	1314.59	1.4984	.025
10	29400.0	55.082	30.843	.618	82.489	54.30	1357.01	1.5098	.026
11	32666.7	52.942	31.074	.630	84.678	55.33	1399.89	1.5210	.026
12	35933.3	50.812	31.656	.641	86.880	56.37	1443.23	1.5320	.027
13	39200.0	48.676	31.956	.651	89.096	57.40	1487.02	1.5428	.028
14	42466.7	46.550	32.636	.661	91.325	58.43	1531.26	1.5535	.028
15	45733.3	44.416	32.995	.670	93.568	59.47	1575.97	1.5641	.029
16	49000.0	42.293	33.765	.678	95.825	60.50	1621.14	1.5745	.030
17	.0	42.293	55.765	.678	95.825	60.50	3242.27	1.5745	.030
18	2866.7	41.030	52.741	.668	99.564	62.51	3381.41	1.5834	.029
19	5733.3	39.891	57.209	.658	103.279	64.53	3519.33	1.5913	.028
20	8600.0	38.609	54.090	.650	106.972	66.54	3656.00	1.5984	.027
21	11466.7	37.487	59.086	.642	110.641	68.56	3791.40	1.6048	.026
22	14333.3	36.206	55.794	.634	114.288	70.58	3925.52	1.6104	.025
23	17200.0	35.096	61.351	.628	117.912	72.60	4058.33	1.6154	.025
24	20066.7	33.816	57.827	.621	121.512	74.62	4189.83	1.6198	.024
25	22933.3	32.716	63.973	.616	125.090	76.64	4320.01	1.6236	.024
26	25800.0	31.437	60.155	.610	128.644	78.66	4448.86	1.6270	.023
27	28666.7	30.346	66.922	.605	132.176	80.68	4576.36	1.6298	.023
28	31533.3	29.067	62.744	.601	135.684	82.70	4702.51	1.6323	.022
29	34400.0	27.986	70.168	.596	139.169	84.73	4827.31	1.6343	.022
30	37266.7	26.704	65.557	.592	142.631	86.75	4950.75	1.6360	.022
31	40133.3	25.632	73.680	.589	146.071	88.78	5072.83	1.6373	.021
32	43000.0	24.347	68.561	.585	149.487	90.81	5193.55	1.6383	.021
33	45866.7	23.285	77.431	.582	152.880	92.83	5312.89	1.6389	.021
34	48733.3	21.995	71.723	.579	156.249	94.86	5430.87	1.6393	.021
35	51600.0	20.939	81.405	.576	159.596	96.89	5547.63	1.6395	.021
36	54466.7	19.646	75.037	.574	162.920	98.91	5663.24	1.6396	.020
37	57333.3	18.604	85.576	.572	166.220	100.93	5777.41	1.6393	.020
38	60200.0	17.304	78.427	.569	169.498	102.96	5890.14	1.6388	.020
39	63066.7	16.272	89.906	.567	172.752	104.99	6001.43	1.6381	.020
40	65933.3	14.965	81.869	.565	175.983	107.02	6111.28	1.6371	.020
41	68800.0	13.944	94.370	.564	179.191	109.06	6219.70	1.6359	.020
42	71666.7	12.631	85.328	.562	182.376	111.09	6326.67	1.6346	.020
43	74533.3	11.625	98.932	.561	185.538	113.13	6432.21	1.6330	.020
44	77400.0	10.315	88.728	.559	188.676	115.18	6536.31	1.6312	.019
45	80266.7	9.352	103.447	.558	191.791	117.22	6638.98	1.6293	.019
46	83133.3	8.117	91.697	.557	194.883	119.27	6740.22	1.6272	.019
47	86000.0	7.390	106.968	.556	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.019
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 2. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.465	30.000	.422	71.153	45.85	1185.84	1.5395	.012
2	49000.0	42.237	30.135	.419	80.501	58.43	1241.81	1.3709	.013
3	.0	42.237	52.135	.693	80.501	58.43	2483.62	1.3709	.036
4	86000.0	7.390	74.613	.540	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.018
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 3. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.466	30.000	.426	70.449	45.78	1167.73	1.5270	.012
2	49000.0	42.203	29.412	.390	77.275	57.87	1167.49	1.3288	.012
3	.0	42.203	51.412	.675	77.275	57.87	2334.99	1.3288	.035
4	86000.0	7.390	60.424	.377	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.009
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 4. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.460	30.000	.426	70.477	45.78	1168.45	1.5275	.012
2	49000.0	42.203	29.224	.391	75.291	57.53	1122.49	1.3025	.012
3	.0	42.203	51.224	.683	75.291	57.53	2244.97	1.3025	.036
4	86000.0	7.390	53.958	.305	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.006
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 5. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.458	30.000	.427	70.211	45.75	1161.63	1.5228	.012
2	49000.0	42.207	29.138	.388	75.293	57.53	1122.53	1.3026	.012
3	.0	42.207	51.138	.680	75.293	57.53	2245.07	1.3026	.036
4	86000.0	7.390	51.037	.273	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.005
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 6. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.461	30.000	.428	70.130	45.74	1159.56	1.5213	.012
2	49000.0	42.213	29.162	.386	75.541	57.57	1128.13	1.3059	.012
3	.0	42.213	51.162	.677	75.541	57.57	2256.26	1.3059	.036
4	86000.0	7.390	50.290	.258	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК T= 7. —ЕС<O "—АСТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR



Продолжение приложения 8.

1	.0	74.463	30.000	.427	70.264	45.76	1163.00	1.5237	.012
2	49000.0	42.214	29.247	.385	75.842	57.63	1134.93	1.3098	.011
3	.0	42.214	51.247	.675	75.842	57.63	2269.86	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	50.733	.254	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 8. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.463	30.000	.426	70.362	45.77	1165.50	1.5254	.012
2	49000.0	42.214	29.313	.385	75.920	57.64	1136.69	1.3109	.011
3	.0	42.214	51.313	.675	75.920	57.64	2273.38	1.3109	.035
4	86000.0	7.390	51.288	.256	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 9. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.426	70.350	45.77	1165.20	1.5252	.012
2	49000.0	42.213	29.324	.386	75.911	57.64	1136.49	1.3108	.012
3	.0	42.213	51.324	.676	75.911	57.64	2272.99	1.3108	.035
4	86000.0	7.390	51.470	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 10. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.306	45.76	1164.08	1.5245	.012
2	49000.0	42.212	29.294	.387	75.865	57.63	1135.45	1.3102	.012
3	.0	42.212	51.294	.677	75.865	57.63	2270.90	1.3102	.035
4	86000.0	7.390	51.399	.260	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 11. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.287	45.76	1163.58	1.5241	.012
2	49000.0	42.212	29.269	.386	75.822	57.62	1134.48	1.3096	.012
3	.0	42.212	51.269	.677	75.822	57.62	2268.97	1.3096	.035
4	86000.0	7.390	51.293	.260	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 12. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.292	45.76	1163.72	1.5242	.012
2	49000.0	42.212	29.267	.386	75.815	57.62	1134.32	1.3095	.012
3	.0	42.212	51.267	.676	75.815	57.62	2268.63	1.3095	.035
4	86000.0	7.390	51.244	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 13. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76	1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.276	.386	75.829	57.62	1134.62	1.3097	.012
3	.0	42.213	51.276	.676	75.829	57.62	2269.24	1.3097	.035
4	86000.0	7.390	51.249	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 14. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.308	45.76	1164.11	1.5245	.012
2	49000.0	42.213	29.283	.386	75.841	57.63	1134.91	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.283	.676	75.841	57.63	2269.81	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.272	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 15. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.306	45.76	1164.06	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.283	.386	75.844	57.63	1134.98	1.3099	.012
3	.0	42.213	51.283	.676	75.844	57.63	2269.96	1.3099	.035
4	86000.0	7.390	51.287	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 16. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76	1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.281	.386	75.841	57.63	1134.90	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.281	.676	75.841	57.63	2269.80	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.288	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 17. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76	1163.98	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.279	.386	75.837	57.63	1134.82	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.279	.676	75.837	57.63	2269.63	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.282	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 18. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76	1163.99	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.279	.386	75.836	57.63	1134.80	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.279	.676	75.836	57.63	2269.59	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.278	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 19. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76	1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.279	.386	75.837	57.63	1134.82	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.279	.676	75.837	57.63	2269.63	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.278	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 20. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76	1164.01	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63	1134.84	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63	2269.68	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.279	.259	197.951	121.33	6840.02	1.6249	.004
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 21. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									

Продолжение приложения 8.

I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.84	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.69	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 22. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.84	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.68	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 23. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 24. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.303	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.66	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 25. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 26. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 27. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 28. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 29. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 30. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.462	30.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.213	29.280	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.213	51.280	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.390	51.280	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 31. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	74.884	39.000	.427	70.304	45.76		1164.00	1.5244	.012
2	49000.0	42.577	35.555	.386	75.838	57.63		1134.83	1.3098	.012
3	.0	42.577	65.755	.676	75.838	57.63		2269.67	1.3098	.035
4	86000.0	7.917	44.408	.259	197.951	121.33		6840.02	1.6249	.004
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 32. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	75.134	48.000	.433	90.102	48.31		1694.92	1.8461	.010
2	49000.0	42.901	46.454	.365	97.444	60.63		1664.40	1.5973	.008
3	.0	42.901	84.854	.675	97.444	60.63		3328.81	1.5973	.029
4	86000.0	8.443	47.654	.169	262.278	123.28		10800.40	2.1140	.001
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 33. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	75.390	56.833	.469	102.404	50.24		2042.57	2.0157	.011
2	49000.0	43.224	60.211	.396	117.356	62.25		2226.78	1.8702	.008
3	.0	43.224	106.811	.723	117.356	62.25		4453.56	1.8702	.028
4	86000.0	8.970	71.674	.145	328.268	127.83		15316.56	2.5497	.001
BPEM <sub>II</sub> B CEK T= 34. -€C<O "-АКТКОВ M= 2										
I	X	Z	Q	V	W	B	K		R	FR
1	.0	75.431	65.667	.492	115.591	52.80		2417.40	2.1641	.011
2	49000.0	43.430	72.737	.437	137.713	63.87		2854.62	2.1355	.009
3	.0	43.430	127.537	.776	137.713	63.87		5709.24	2.1355	.028
4	86000.0	9.393	106.351	.181	396.330	130.55		20656.51	3.0102	.001

## Продолжение приложения 8.

BPЕMII B CEK T= 35. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.755	74.500	.558	117.769	53.21		2480.82	2.1877 .014
2	49000.0	43.593	83.035	.482	150.994	64.90		3290.39	2.3018 .010
3	.0	43.593	146.035	.845	150.994	64.90		6580.77	2.3018 .031
4	86000.0	9.815	133.070	.235	451.912	132.33		25451.70	3.3813 .002
BPЕMII B CEK T= 36. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.517	83.333	.477	156.320	56.45		3650.62	2.5537 .008
2	49000.0	43.925	94.338	.514	161.671	65.72		3654.60	2.4319 .011
3	.0	43.925	175.088	.903	161.671	65.72		7309.20	2.4319 .034
4	86000.0	10.238	155.693	.237	561.045	133.39		36028.06	4.1168 .001
BPЕMII B CEK T= 37. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.974	92.167	.582	143.203	54.07		3240.51	2.4357 .013
2	49000.0	43.826	120.798	.450	209.735	67.37		5427.11	2.9784 .007
3	.0	43.826	219.298	.835	209.735	67.37		10854.23	2.9784 .023
4	86000.0	10.660	189.007	.252	617.624	134.44		42007.41	4.4874 .001
BPЕMII B CEK T= 38. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.120	101.000	.546	168.955	58.64		4057.22	2.6627 .011
2	49000.0	44.145	129.339	.595	203.062	66.88		5168.65	2.9057 .012
3	.0	44.145	245.589	1.080	203.062	66.88		10337.31	2.9057 .039
4	86000.0	10.500	236.022	.280	674.650	135.50		48352.38	4.8540 .002
BPЕMII B CEK T= 39. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.334	114.400	.569	177.585	60.10		4341.12	2.7348 .011
2	49000.0	44.353	133.112	.576	224.659	68.47		6018.68	3.1376 .010
3	.0	44.353	267.112	1.093	224.659	68.47		12037.37	3.1376 .037
4	86000.0	10.340	258.527	.361	653.002	135.10		45907.14	4.7156 .003
BPЕMII B CEK T= 40. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.544	127.800	.600	190.682	62.24		4781.15	2.8410 .012
2	49000.0	44.634	143.793	.557	239.060	69.52		6606.37	3.2871 .009
3	.0	44.634	301.460	1.117	239.060	69.52		13212.74	3.2871 .037
4	86000.0	10.435	280.255	.409	631.418	134.70		43513.50	4.5767 .004
BPЕMII B CEK T= 41. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.806	141.200	.626	203.995	64.34		5239.27	2.9452 .013
2	49000.0	44.911	156.556	.556	258.797	70.92		7437.36	3.4860 .009
3	.0	44.911	337.890	1.165	258.797	70.92		14874.72	3.4860 .038
4	86000.0	10.530	320.183	.435	644.226	134.94		44928.47	4.6592 .004
BPЕMII B CEK T= 42. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	77.024	154.600	.638	221.185	66.96		5846.28	3.0748 .013
2	49000.0	45.148	171.084	.562	278.607	72.31		8299.55	3.6790 .008
3	.0	45.148	376.084	1.213	278.607	72.31		16599.11	3.6790 .039
4	86000.0	10.625	358.596	.487	657.056	135.18		46361.70	4.7416 .005
BPЕMII B CEK T= 43. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	77.222	168.000	.655	236.002	69.14		6382.81	3.1826 .013
2	49000.0	45.075	186.883	.578	295.846	73.49		9071.59	3.8420 .008
3	.0	45.075	380.550	1.271	295.846	73.49		18143.19	3.8420 .041
4	86000.0	10.720	378.152	.535	669.909	135.41		47813.10	4.8238 .006
BPЕMII B CEK T= 44. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	77.005	160.500	.672	249.931	71.12		6897.90	3.2808 .013
2	49000.0	45.058	187.555	.643	290.560	73.13		8832.75	3.7925 .011
3	.0	45.058	369.888	1.310	290.560	73.13		17665.51	3.7925 .044
4	86000.0	10.553	368.411	.554	682.785	135.65		49282.55	4.9057 .006
BPЕMII B CEK T= 45. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.902	153.000	.684	234.679	68.95		6334.42	3.1731 .014
2	49000.0	44.882	179.548	.648	289.305	73.04		8776.31	3.7807 .011
3	.0	44.882	350.548	1.279	289.305	73.04		17552.63	3.7807 .042
4	86000.0	10.387	367.237	.558	660.211	135.23		46716.51	4.7618 .007
BPЕMII B CEK T= 46. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	77.088	161.000	.672	227.671	67.92		6079.67	3.1224 .014
2	49000.0	44.991	178.497	.649	276.493	72.16		8206.25	3.6587 .011
3	.0	44.991	361.831	1.268	276.493	72.16		16412.50	3.6587 .043
4	86000.0	10.220	365.229	.576	637.707	134.82		44206.28	4.6173 .007
BPЕMII B CEK T= 47. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.821	149.667	.669	240.485	69.78		6547.47	3.2145 .013
2	49000.0	45.025	176.832	.628	284.438	72.71		8558.47	3.7346 .010
3	.0	45.025	372.498	1.272	284.438	72.71		17116.94	3.7346 .042
4	86000.0	10.053	370.625	.594	615.272	134.40		41752.42	4.4721 .008
BPЕMII B CEK T= 48. -EC<O "-ACTKOB M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.664	138.333	.674	222.179	67.11		5881.91	3.0822 .014
2	49000.0	45.041	168.250	.616	286.882	72.88		8667.69	3.7578 .010
3	.0	45.041	376.250	1.298	286.882	72.88		17335.38	3.7578 .044

Продолжение приложения 8.

4	86000.0	9.887	378.641	.625	592.907	133.98	39355.50	4.3263	.009
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	49.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.470	127.000	.653	211.798	65.54	5512.71	3.0047	.013
2	49000.0	44.758	158.347	.584	288.027	72.95	8718.97	3.7686	.009
3	.0	44.758	347.347	1.306	288.027	72.95	17437.94	3.7686	.044
4	86000.0	9.720	365.797	.664	570.611	133.57	37016.14	4.1799	.011
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	50.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.325	118.500	.637	199.217	63.60	5073.62	2.9082	.013
2	49000.0	44.552	147.964	.592	267.626	71.54	7818.24	3.5728	.010
3	.0	44.552	317.964	1.298	267.626	71.54	15636.48	3.5728	.046
4	86000.0	9.493	337.805	.667	548.384	133.15	34734.97	4.0329	.011
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	51.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.155	110.000	.623	190.145	62.15	4762.88	2.8367	.013
2	49000.0	44.309	138.465	.585	252.947	70.51	7188.09	3.4278	.010
3	.0	44.309	285.465	1.257	252.947	70.51	14376.18	3.4278	.045
4	86000.0	9.267	298.624	.726	465.268	132.58	26674.77	3.4729	.015
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	52.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	76.018	100.333	.612	179.740	60.45	4412.75	2.7525	.013
2	49000.0	44.131	136.458	.587	235.974	69.29	6479.08	3.2554	.010
3	.0	44.131	260.458	1.210	235.974	69.29	12958.16	3.2554	.044
4	86000.0	9.040	271.614	.686	435.280	132.02	23957.92	3.2667	.015
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	53.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.764	90.667	.585	171.523	59.08	4141.19	2.6843	.012
2	49000.0	43.857	118.305	.610	223.722	68.40	5981.02	3.1278	.012
3	.0	43.857	230.305	1.164	223.722	68.40	11962.03	3.1278	.042
4	86000.0	8.813	248.263	.670	405.481	130.90	21416.64	3.0709	.015
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	54.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.505	81.000	.578	156.839	56.54	3667.12	2.5582	.012
2	49000.0	43.729	112.608	.577	205.182	67.04	5250.36	2.9289	.011
3	.0	43.729	212.608	1.122	205.182	67.04	10500.71	2.9289	.042
4	86000.0	8.587	225.939	.660	375.939	129.77	18996.98	2.8737	.015
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	55.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.709	72.500	.665	121.741	53.95	2597.59	2.2301	.020
2	49000.0	43.702	108.722	.573	196.641	66.40	4923.53	2.8349	.011
3	.0	43.702	196.722	1.081	196.641	66.40	9847.07	2.8349	.040
4	86000.0	8.360	207.935	.652	346.653	128.63	16699.22	2.6748	.016
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	56.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.173	64.000	.472	153.742	55.99	3569.05	2.5309	.008
2	49000.0	43.508	99.194	.558	194.869	66.26	4856.50	2.8152	.011
3	.0	43.508	175.194	1.010	194.869	66.26	9713.01	2.8152	.035
4	86000.0	8.140	189.917	.655	317.650	127.00	14563.94	2.4836	.017
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	57.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.172	55.500	.613	104.376	50.63	2097.58	2.0385	.019
2	49000.0	43.376	78.843	.635	156.089	65.29	3462.71	2.3643	.017
3	.0	43.376	142.843	1.122	156.089	65.29	6925.41	2.3643	.054
4	86000.0	7.920	166.210	.655	289.952	124.80	12658.00	2.3075	.019
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	58.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.023	47.000	.532	104.296	50.62	2095.34	2.0376	.014
2	49000.0	43.962	76.336	.534	147.524	64.63	3174.65	2.2588	.013
3	.0	43.962	180.336	.968	147.524	64.63	6349.31	2.2588	.042
4	86000.0	7.700	161.841	.633	262.689	123.30	10827.57	2.1170	.019
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	59.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.776	63.000	.485	96.886	49.35	1885.26	1.9422	.012
2	49000.0	43.781	86.349	.360	212.232	67.56	5524.82	3.0054	.004
3	.0	43.781	224.349	.850	212.232	67.56	11049.64	3.0054	.023
4	86000.0	8.083	187.569	.687	235.684	122.20	9094.72	1.9177	.025
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	60.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.535	73.000	.400	157.509	56.66	3688.43	2.5641	.006
2	49000.0	44.073	112.318	.432	200.073	66.65	5054.08	2.8729	.006
3	.0	44.073	231.318	1.121	200.073	66.65	10108.15	2.8729	.043
4	86000.0	8.465	224.785	.663	282.793	124.23	12179.30	2.2611	.020
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	61.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.687	83.000	.506	144.131	54.25	3269.10	2.4442	.010
2	49000.0	43.889	128.006	.511	219.797	68.12	5823.95	3.0862	.008
3	.0	43.889	228.006	1.052	219.797	68.12	11647.89	3.0862	.035
4	86000.0	8.848	230.604	.679	331.040	128.03	15516.91	2.5673	.018
ВРЕМ <sub>И</sub>	В СЕК Т=	62.	—€C<O	"—АСТКОВ M= 2					
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.576	76.000	.544	152.521	55.77	3530.57	2.5200	.011
2	49000.0	43.611	113.573	.617	207.333	67.20	5333.65	2.9524	.013

Продолжение приложения 8.

3	.0	43.611	207.073	1.100	207.333	67.20	10667.30	2.9524	.040
4	86000.0	9.230	212.999	.606	380.375	129.94	19353.96	2.9035	.013
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 63. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.198	69.000	.519	146.406	54.66	3339.49	2.4650	.010
2	49000.0	43.832	96.876	.697	162.848	65.81	3695.48	2.4461	.020
3	.0	43.832	183.876	1.272	162.848	65.81	7390.97	2.4461	.067
4	86000.0	8.932	198.146	.495	430.442	131.85	23537.32	3.2348	.008
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 64. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.402	62.000	.653	105.641	50.88	2133.06	2.0530	.021
2	49000.0	43.358	101.838	.476	203.500	66.91	5185.48	2.9105	.008
3	.0	43.358	182.338	.904	203.500	66.91	10370.95	2.9105	.027
4	86000.0	8.634	188.518	.506	391.373	130.36	20248.67	2.9771	.009
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 65. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.231	55.000	.534	116.210	52.92	2435.37	2.1708	.013
2	49000.0	43.545	83.684	.696	146.346	64.54	3135.64	2.2442	.022
3	.0	43.545	157.684	1.246	146.346	64.54	6271.29	2.2442	.070
4	86000.0	8.336	177.922	.534	352.748	128.87	17168.87	2.7165	.011
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 66. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.151	51.167	.512	107.321	51.21	2180.43	2.0722	.013
2	49000.0	43.376	72.101	.528	158.471	65.47	3544.18	2.3932	.012
3	.0	43.376	142.465	.995	158.471	65.47	7088.36	2.3932	.042
4	86000.0	8.038	159.842	.566	314.605	126.76	14350.31	2.4645	.013
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 67. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.024	47.333	.495	103.281	50.41	2067.00	2.0259	.012
2	49000.0	43.258	64.777	.489	147.481	64.63	3173.20	2.2583	.011
3	.0	43.258	131.505	.966	147.481	64.63	6346.40	2.2583	.042
4	86000.0	7.740	143.870	.576	277.273	123.89	11807.62	2.2232	.015
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 68. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.946	43.500	.488	96.941	49.36	1886.82	1.9430	.012
2	49000.0	43.181	60.804	.463	139.908	64.04	2925.28	2.1633	.010
3	.0	43.181	123.895	.940	139.908	64.04	5850.56	2.1633	.041
4	86000.0	7.654	130.618	.598	240.576	122.40	9400.53	1.9541	.019
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 69. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.828	39.667	.467	93.106	48.77	1778.49	1.8891	.012
2	49000.0	43.111	57.949	.450	134.997	63.66	2767.99	2.1009	.010
3	.0	43.111	117.404	.918	134.997	63.66	5535.99	2.1009	.040
4	86000.0	7.568	122.648	.568	230.068	121.99	8747.54	1.8756	.017
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 70. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.703	35.833	.454	87.379	47.88	1620.15	1.8066	.012
2	49000.0	43.026	54.541	.444	130.535	63.30	2627.53	2.0435	.010
3	.0	43.026	110.359	.899	130.535	63.30	5255.05	2.0435	.040
4	86000.0	7.482	115.963	.559	219.587	121.77	8105.61	1.7942	.018
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 71. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.579	32.000	.440	81.457	46.96	1460.56	1.7180	.011
2	49000.0	42.932	50.575	.436	125.182	62.88	2462.16	1.9738	.010
3	.0	42.932	102.757	.882	125.182	62.88	4924.32	1.9738	.040
4	86000.0	7.396	108.992	.555	209.124	121.56	7483.42	1.7125	.018
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 72. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.206	22.500	.423	75.684	46.34	1304.38	1.6190	.011
2	49000.0	42.809	44.812	.424	119.328	62.41	2285.35	1.8965	.010
3	.0	42.809	93.357	.861	119.328	62.41	4570.71	1.8965	.040
4	86000.0	7.310	101.101	.549	198.679	121.34	6881.27	1.6307	.019
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 73. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.809	13.000	.383	58.751	44.22	883.95	1.3205	.011
2	49000.0	42.655	37.235	.401	111.648	61.79	2060.07	1.7934	.009
3	.0	42.655	82.144	.836	111.648	61.79	4120.14	1.7934	.039
4	86000.0	7.224	92.105	.537	188.253	121.13	6299.52	1.5486	.019
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 74. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.284	19.200	.311	41.808	40.99	528.03	1.0156	.010
2	49000.0	42.564	33.447	.364	102.228	61.03	1794.53	1.6642	.008
3	.0	42.564	74.720	.804	102.228	61.03	3589.06	1.6642	.039
4	86000.0	7.138	83.166	.518	177.846	120.91	5738.50	1.4663	.019
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 75. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.448	25.400	.308	62.242	44.81	964.42	1.3801	.007
2	49000.0	42.556	35.095	.346	96.678	60.57	1643.89	1.5865	.008
3	.0	42.556	72.732	.773	96.678	60.57	3287.79	1.5865	.038
4	86000.0	7.052	76.384	.497	167.457	120.70	5198.62	1.3838	.018
BPEM <sub>И</sub> В СЕК Т= 76. -€C<O "-АКТОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.652	31.600	.365	69.674	45.69	1147.92	1.5132	.009

Продолжение приложения 8.

2	49000.0	42.578	39.427	.365	96.168	60.53	1630.27	1.5794	.009
3	.0	42.578	73.427	.756	96.168	60.53	3260.53	1.5794	.037
4	86000.0	6.966	72.306	.486	157.086	120.48	4680.30	1.3010	.018
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 77. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.811	37.800	.400	79.079	46.71	1395.54	1.6775	.010
2	49000.0	42.776	44.680	.404	97.517	60.64	1666.38	1.5984	.010
3	.0	42.776	83.013	.753	97.517	60.64	3332.76	1.5984	.036
4	86000.0	6.880	71.239	.493	146.734	120.27	4183.98	1.2181	.020
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 78. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.995	44.000	.437	86.573	47.76	1598.23	1.7948	.011
2	49000.0	42.895	49.912	.408	109.607	61.63	2001.51	1.7657	.010
3	.0	42.895	92.579	.757	109.607	61.63	4003.01	1.7657	.033
4	86000.0	7.077	79.647	.522	136.401	120.05	3710.17	1.1349	.024
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 79. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.751	39.200	.461	95.487	49.14	1845.55	1.9227	.011
2	49000.0	42.964	52.401	.427	117.021	62.23	2216.89	1.8658	.010
3	.0	42.964	99.401	.791	117.021	62.23	4433.78	1.8658	.034
4	86000.0	7.273	92.919	.498	160.059	120.54	4826.74	1.3248	.019
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 80. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.638	34.400	.468	83.724	47.31	1521.33	1.7526	.013
2	49000.0	42.795	49.209	.432	121.298	62.57	2344.37	1.9226	.010
3	.0	42.795	92.376	.819	121.298	62.57	4688.74	1.9226	.035
4	86000.0	7.470	100.317	.506	183.814	121.03	6057.77	1.5135	.017
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 81. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.465	29.600	.439	78.408	46.64	1377.39	1.6660	.012
2	49000.0	42.669	43.623	.444	110.776	61.72	2035.00	1.7816	.011
3	.0	42.669	82.956	.834	110.776	61.72	4070.00	1.7816	.039
4	86000.0	7.364	96.098	.483	207.665	121.53	7398.19	1.7011	.014
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 82. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.293	24.800	.420	70.430	45.77	1167.23	1.5266	.012
2	49000.0	42.528	38.325	.423	103.079	61.10	1818.03	1.6760	.011
3	.0	42.528	73.825	.805	103.079	61.10	3636.06	1.6760	.039
4	86000.0	7.259	85.577	.493	194.851	121.26	6665.43	1.6006	.015
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 83. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.102	20.000	.396	62.629	44.87	973.49	1.3866	.011
2	49000.0	42.390	33.050	.406	94.478	60.39	1585.43	1.5554	.011
3	.0	42.390	64.716	.781	94.478	60.39	3170.85	1.5554	.040
4	86000.0	7.153	75.660	.470	182.066	121.00	5963.57	1.4997	.015
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 84. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.363	24.000	.369	54.203	43.44	782.34	1.2408	.011
2	49000.0	42.290	30.143	.383	86.244	59.40	1377.44	1.4443	.010
3	.0	42.290	57.976	.750	86.244	59.40	2754.87	1.4443	.040
4	86000.0	7.048	66.982	.447	169.308	120.73	5293.32	1.3985	.015
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 85. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.458	28.000	.365	65.787	45.26	1050.20	1.4432	.009
2	49000.0	42.224	29.571	.375	80.320	58.40	1237.61	1.3686	.010
3	.0	42.224	53.571	.722	80.320	58.40	2475.22	1.3686	.039
4	86000.0	6.942	59.960	.428	156.577	120.47	4655.42	1.2970	.014
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 86. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.576	32.000	.399	70.135	45.74	1159.69	1.5214	.011
2	49000.0	42.257	30.821	.387	76.492	57.74	1149.66	1.3185	.011
3	.0	42.257	53.932	.700	76.492	57.74	2299.32	1.3185	.038
4	86000.0	6.837	54.841	.417	143.875	120.21	4050.71	1.1951	.015
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 87. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.363	28.800	.424	75.535	46.33	1300.44	1.6164	.011
2	49000.0	42.228	30.589	.393	78.404	58.07	1193.34	1.3436	.012
3	.0	42.228	52.812	.688	78.404	58.07	2386.67	1.3436	.036
4	86000.0	6.731	51.155	.418	131.203	119.77	3483.38	1.0944	.016
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 88. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.290	25.600	.438	65.781	45.26	1050.03	1.4431	.013
2	49000.0	42.184	28.393	.399	76.745	57.78	1155.42	1.3218	.012
3	.0	42.184	49.726	.688	76.745	57.78	2310.84	1.3218	.036
4	86000.0	6.626	47.234	.431	118.616	118.71	2962.21	.9984	.019
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 89. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	74.170	22.400	.410	62.481	44.85	970.02	1.3841	.012
2	49000.0	42.163	26.536	.383	74.174	57.34	1097.38	1.2876	.012
3	.0	42.163	46.981	.670	74.174	57.34	2194.76	1.2876	.035
4	86000.0	6.520	42.311	.445	106.141	117.66	2476.38	.9015	.022
БРЕМ <sub>И</sub> В СЕК Т= 90. —€C<O "—АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR

Продолжение приложения 8.

1	.0	74.058	19.200	.392	57.167	43.95	848.13	1.2930	.012
2	49000.0	42.147	25.241	.364	72.968	57.13	1070.45	1.2714	.011
3	.0	42.147	44.797	.644	72.968	57.13	2140.91	1.2714	.033
4	86000.0	6.541	41.001	.451	93.778	116.60	2026.92	.8039	.026
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 91. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.927	16.000	.367	52.296	43.11	740.87	1.2066	.011
2	49000.0	42.112	23.888	.350	72.105	56.97	1051.32	1.2598	.010
3	.0	42.112	42.555	.621	72.105	56.97	2102.64	1.2598	.031
4	86000.0	6.561	41.985	.426	96.195	116.81	2112.20	.8231	.022
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 92. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.902	14.857	.342	46.723	42.13	623.80	1.1038	.011
2	49000.0	42.063	22.512	.341	70.068	56.62	1006.59	1.2321	.010
3	.0	42.063	40.289	.607	70.068	56.62	2013.17	1.2321	.030
4	86000.0	6.582	42.905	.426	98.617	117.01	2198.92	.8423	.022
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 93. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.840	13.714	.325	45.661	41.92	602.38	1.0843	.010
2	49000.0	42.014	21.309	.334	67.325	56.13	947.29	1.1942	.010
3	.0	42.014	38.198	.598	67.325	56.13	1894.58	1.1942	.030
4	86000.0	6.603	43.091	.425	101.043	117.22	2287.06	.8615	.021
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 94. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.780	12.571	.318	43.077	41.30	552.20	1.0385	.010
2	49000.0	41.963	20.034	.330	64.614	55.82	887.97	1.1528	.010
3	.0	41.963	36.034	.591	64.614	55.82	1775.93	1.1528	.031
4	86000.0	6.624	42.547	.416	103.473	117.43	2376.63	.8806	.020
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 95. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.715	11.429	.309	40.630	40.70	505.87	.9941	.010
2	49000.0	41.901	18.528	.325	61.722	55.56	825.47	1.1067	.010
3	.0	41.901	33.640	.584	61.722	55.56	1650.94	1.1067	.031
4	86000.0	6.644	41.462	.402	105.908	117.64	2467.60	.8997	.018
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 96. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.647	10.286	.301	37.983	40.05	457.16	.9448	.010
2	49000.0	41.836	16.876	.318	58.330	55.26	754.23	1.0521	.010
3	.0	41.836	31.098	.577	58.330	55.26	1508.47	1.0521	.032
4	86000.0	6.665	39.826	.383	108.347	117.84	2559.97	.9188	.016
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 97. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.576	9.143	.291	35.306	39.37	409.41	.8935	.010
2	49000.0	41.762	15.109	.308	54.747	54.93	681.47	.9937	.010
3	.0	41.762	28.443	.568	54.747	54.93	1362.94	.9937	.033
4	86000.0	6.686	37.637	.359	110.790	118.05	2653.73	.9378	.014
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 98. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.501	8.000	.281	32.533	38.66	361.67	.8387	.010
2	49000.0	41.694	13.424	.298	50.682	54.56	602.17	.9267	.010
3	.0	41.694	25.869	.561	50.682	54.56	1204.33	.9267	.035
4	86000.0	6.706	34.952	.332	113.238	118.26	2748.88	.9568	.012
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 99. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	75.010	25.000	.270	29.663	37.87	314.45	.7810	.009
2	49000.0	41.685	13.742	.286	47.007	54.22	533.55	.8653	.010
3	.0	41.685	25.298	.550	47.007	54.22	1067.09	.8653	.036
4	86000.0	6.727	32.000	.302	115.689	118.46	2845.40	.9758	.010
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 100. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.077	20.500	.260	96.238	49.25	1866.83	1.9332	.004
2	49000.0	41.731	16.177	.296	46.491	54.17	524.15	.8566	.010
3	.0	41.731	26.843	.544	46.491	54.17	1048.29	.8566	.035
4	86000.0	6.748	29.344	.271	118.145	118.67	2943.30	.9948	.008
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 101. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.208	16.000	1.370	14.967	30.95	115.11	.4826	.395
2	49000.0	41.609	14.123	.330	48.992	54.41	570.24	.8985	.012
3	.0	41.609	23.900	.548	48.992	54.41	1140.47	.8985	.034
4	86000.0	6.769	27.338	.243	120.606	118.88	3042.55	1.0137	.006
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 102. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.304	11.500	.833	19.197	33.47	165.42	.5724	.123
2	49000.0	41.462	9.808	.333	42.380	53.28	454.32	.7942	.014
3	.0	41.462	18.697	.564	42.380	53.28	908.65	.7942	.041
4	86000.0	6.789	25.210	.222	123.070	119.09	3143.17	1.0325	.005
ВРЕМ <sub>ц</sub> В СЕК Т= 103. -€C<O "-АКТКОВ M= 2									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	73.291	7.000	.511	22.494	34.91	209.40	.6427	.041
2	49000.0	41.408	8.029	.282	34.747	50.71	337.30	.6844	.012
3	.0	41.408	16.029	.538	34.747	50.71	674.60	.6844	.043
4	86000.0	6.810	22.343	.201	125.539	119.29	3245.13	1.0514	.004

КОHE- C-ETA

# Продолжение приложения 8.

Выдача результатов расчетов моделью gidr1.exe. Расчет проведен для канала Широкий.

HIDL

Гидр. ПАВ<ЕКА- „ЕРЕВО

M= 3. T0= 0. TK= 15. TAY= 1. DT1= 1. DT2= 15. MT=3600. IYP= 1.

L ОТРЕЗ<КОВ € КО<-ВО €НТЕРВА<ОВ

10. 10. 10. 4000. 10000. 19000.

IY1= 0IY2= 0IY3= 0IY4= ONTY= 15LX= 6IYPl= 1

МАСШ<В BMQ

5.60 5.60 5.60 5.60 5.60

МАСШ<В BMZ

389.8500 388.3200 388.3200 386.8400 386.8400 386.6700

L= 2. ТАЛ< Z„HA(X)

.0000 4000.0000 388.3700 386.4300

„- #A„АНЕЦ €Н”OPM=1.

„- КОК”” Е+€- 2. ЕРОХОВ= .030

КООР„ X= 0.L ТАЛ<=17.ТАЛ< B(H)

.1600	.3300	.5400	.7600	.9700	1.1700	1.3600	1.5800
1.8600	2.3000	2.7000	3.4000	4.4000	5.3000	6.6000	7.8000
8.6000	3.7800	8.6700	10.3100	12.2300	13.4700	14.5500	15.0300
15.3500	15.7000	16.4500	17.0700	18.2300	19.9400	21.5400	23.8900
26.8300	32.2700						

КООР„ X= 4000.L ТАЛ<=12.ТАЛ< B(H)

.2000	.4000	.5800	.9000	1.3300	2.1500	2.5700	3.1200
4.3400	5.6200	6.7200	7.4600	2.5200	5.9800	8.0690	9.0500
10.1600	11.0900	11.5300	13.8000	15.7700	17.8200	19.6000	20.9100

L= 2. ТАЛ< Z„HA(X)

.0000 10000.0000 386.4300 384.8600

„- #A„АНЕЦ €Н”OPM=1.

„- КОК”” Е+€- 2. ЕРОХОВ= .025

КООР„ X= 0.L ТАЛ<=12.ТАЛ< B(H)

.2000	.4000	.5800	.9000	1.3300	2.1500	2.5700	3.1200
4.3400	5.6200	6.7200	7.4600	2.5200	5.9800	8.0690	9.0500
10.1600	11.0900	11.5300	13.8000	15.7700	17.8200	19.6000	20.9100

КООР„ X= 10000.L ТАЛ<=13.ТАЛ< B(H)

.2000	.4000	.5600	1.1300	1.7700	2.3400	2.9000	3.6700
4.5300	5.2000	5.9300	6.6200	7.2000	1.6400	3.9900	4.5200
6.2300	8.0400	10.5900	12.0400	14.7500	17.1400	18.8500	20.7800
22.5300	38.2500						

L= 2. ТАЛ< Z„HA(X)

.0000 19000.0000 384.8600 383.8700

„- #A„АНЕЦ €Н”OPM=1.

„- КОК”” Е+€- 2. ЕРОХОВ= .030

КООР„ X= 0.L ТАЛ<=13.ТАЛ< B(H)

.2000	.4000	.5600	1.1300	1.7700	2.3400	2.9000	3.6700
4.5300	5.2000	5.9300	6.6200	7.2000	1.6400	3.9900	4.5200
6.2300	8.0400	10.5900	12.0400	14.7500	17.1400	18.8500	20.7800
22.5300	38.2500						

КООР„ X= 19000.L ТАЛ<=14.ТАЛ< B(H)

.1800	.3100	.6100	.8900	1.3200	1.8300	2.4300	3.4300
4.0200	4.7500	5.9500	7.2800	8.1600	8.7200	.9200	1.5900
3.0400	4.4500	6.6000	9.1400	12.0500	15.8500	17.8400	19.6100
22.4200	29.4400	31.5500	32.9700				

ТЕЦ ВЕР = 2.L ТАЛ<= 2. ТАЛ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)

.00000 15.00000 12.10000 12.10000

ТЕЦ ЦО„X1= 1.ТЕЦ ЦО„#2= 1.

ТЕЦ ВЕР = 5.L ТАЛ<= 2. ТАЛ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)

.00000 15.00000 .00000 .00000

L ТАЛ<=12. ТАЛ< ф(Z)

.00000 1.86000 2.17000 2.48000 2.79000 3.09000 3.40000

4.64000

15.00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .70000

2.80000

4.00000 4.30000 4.00000 3.30000 2.20000 1.10000 .00000

.00000

ТЕЦ ЦО„X1= 1.ТЕЦ ЦО„#2= 1.

ТЕЦ ВЕР = 5.L ТАЛ<= 2. ТАЛ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)

.00000 15.00000 .00000 .00000

L ТАЛ<=12. ТАЛ< ф(Z)

.00000 .96000 1.20000 1.44000 1.92000 2.39000 2.87000

5.27000

15.00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 3.00000

10.00000

22.10000 25.50000 23.20000 18.30000 12.70000 5.20000 .00000

.00000

ТЕЦ ЦО„X1= 1.ТЕЦ ЦО„#2= 1.

ТЕЦ ВЕР = 3.L ТАЛ<= 2. ТАЛ< Q(T) €<€ Z(T) €<€ Q(Z)

.00000 15.00000 386.74000 386.74000



## Продолжение приложения 8.

L TAÍ<= 6. TAÍ< KOOP„€HAT CTBOPOB(BMX)  
0. 4000. 0. 10000. 0. 19000.  
L TAÍ< ÍOKOBAЦ ЦPEТО-НОСТЬ= 0.  
L TAÍ< ÍOKOBAЦ ЦPEТО-НОСТЬ= 0.  
L TAÍ< ÍOKOBAЦ ЦPEТО-НОСТЬ= 0.  
BXX MACCEB €H"OPM BEP  
389.8500 388.3200 386.8400 386.7400  
MACCEB NR  
2. 3. 4.  
H-B #A„AH> TAÍ<€-HO

€CXO„HAЦ €H"OPMA-€Ц C-€T>BAETЦ C Ц/K  
HA-A<O C-ETA T= .00TKOH= 15.00TY= 15.00  
BPEMЦ B CEK T= 1. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	389.853	12.100	.358	15.655	15.20		520.53	.9962 .013
2	4000.0	388.583	11.023	.377	14.851	10.80		571.08	1.2390 .011
3	.0	388.583	11.023	.377	14.851	10.80		685.29	1.2390 .011
4	10000.0	387.181	5.253	.525	10.661	8.98		446.70	1.0721 .024
5	.0	387.181	5.753	.525	10.661	8.98		372.25	1.0721 .024
6	19000.0	386.740	2.698	.289	19.371	13.46		782.73	1.3346 .006

BPEMЦ B CEK T= 1. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	389.853	12.100	.358	15.655	15.20		520.53	.9962 .013
2	400.0	389.695	12.117	.356	15.746	14.78		533.92	1.0260 .012
3	800.0	389.551	12.105	.354	15.800	14.34		545.70	1.0547 .012
4	1200.0	389.408	12.095	.354	15.815	13.91		555.81	1.0826 .011
5	1600.0	389.275	12.054	.355	15.793	13.46		564.14	1.1094 .011
6	2000.0	389.144	11.984	.356	15.732	13.02		570.55	1.1349 .011
7	2400.0	389.023	11.882	.358	15.632	12.58		574.95	1.1590 .011
8	2800.0	388.903	11.730	.361	15.495	12.13		577.29	1.1816 .010
9	3200.0	388.792	11.547	.366	15.319	11.69		577.46	1.2026 .010
10	3600.0	388.683	11.299	.371	15.104	11.24		575.41	1.2218 .010
11	4000.0	388.583	11.023	.377	14.851	10.80		571.08	1.2390 .011
12	.0	388.583	11.023	.377	14.851	10.80		685.29	1.2390 .011
13	1000.0	388.408	10.265	.388	14.448	10.59		662.93	1.2285 .011
14	2000.0	388.244	9.633	.399	14.042	10.38		640.15	1.2168 .012
15	3000.0	388.078	8.998	.411	13.631	10.19		617.00	1.2037 .013
16	4000.0	387.923	8.491	.424	13.217	10.00		593.49	1.1894 .014
17	5000.0	387.764	7.913	.438	12.800	9.81		569.65	1.1736 .015
18	6000.0	387.622	7.487	.452	12.379	9.63		545.51	1.1564 .016
19	7000.0	387.473	6.895	.468	11.954	9.46		521.11	1.1377 .018
20	8000.0	387.355	6.493	.486	11.526	9.29		496.48	1.1174 .019
21	9000.0	387.232	5.762	.505	11.095	9.13		471.66	1.0956 .021
22	10000.0	387.181	5.253	.525	10.661	8.98		446.70	1.0721 .024
23	.0	387.181	5.753	.525	10.661	8.98		372.25	1.0721 .024
24	1900.0	386.997	4.707	.494	11.326	9.44		399.34	1.0879 .021
25	3800.0	386.905	4.024	.465	12.036	9.90		429.05	1.1059 .018
26	5700.0	386.841	3.667	.438	12.792	10.37		461.51	1.1260 .016
27	7600.0	386.800	3.458	.412	13.596	10.85		496.81	1.1478 .014
28	9500.0	386.769	3.346	.388	14.445	11.29		536.17	1.1750 .012
29	11400.0	386.748	3.291	.365	15.339	11.70		579.28	1.2059 .010
30	13300.0	386.731	3.226	.344	16.276	12.11		625.64	1.2384 .009
31	15200.0	386.724	3.169	.324	17.259	12.54		674.88	1.2706 .008
32	17100.0	386.721	2.967	.306	18.290	12.99		727.17	1.3026 .007
33	19000.0	386.740	2.698	.289	19.371	13.46		782.73	1.3346 .006

BPEMЦ B CEK T= 2. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	389.947	12.100	.771	15.702	15.21		522.98	.9988 .059
2	4000.0	388.705	11.090	.622	17.728	11.09		742.38	1.4081 .025
3	.0	388.705	11.406	.622	17.728	11.09		890.86	1.4081 .025
4	10000.0	388.723	-2.969	.376	13.980	10.50		632.82	1.2038 .011
5	.0	388.723	19.710	.412	13.980	10.50		527.35	1.2038 .013
6	19000.0	386.740	2.286	.133	20.323	13.72		836.32	1.3718 .001

BPEMЦ B CEK T= 3. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	389.974	12.100	.706	17.137	15.35		599.13	1.0741 .046
2	4000.0	389.061	9.990	.581	19.095	11.22		828.14	1.4841 .020
3	.0	389.061	14.200	.597	19.095	11.22		993.77	1.4841 .021
4	10000.0	388.750	-1.068	-.088	33.732	15.29		2104.44	1.9478 .000
5	.0	388.750	21.867	.584	33.732	15.29		1753.70	1.9478 .016
6	19000.0	386.740	4.155	.112	20.323	13.72		836.32	1.3718 .001

BPEMЦ B CEK T= 4. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.008	12.100	.690	17.549	15.38		621.66	1.0956 .042
2	4000.0	389.277	10.050	.431	23.153	11.78		1089.16	1.6765 .010
3	.0	389.277	13.712	.613	23.153	11.78		1306.99	1.6765 .020
4	10000.0	388.985	2.941	-.031	34.146	15.36		2140.05	1.9612 .000
5	.0	388.985	23.834	.640	34.146	15.36		1783.37	1.9612 .019
6	19000.0	386.740	6.127	.204	20.323	13.72		836.32	1.3718 .003

BPEMЦ B CEK T= 5. -€C<O "-ACTKOB M= 3

I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.050	12.100	.669	18.075	15.42		650.85	1.1228 .039

Продолжение приложения 8.

2	4000.0	389.447	10.287	.390	25.794	12.67	1245.12	1.7427	.008
3	.0	389.447	13.549	.532	25.794	12.67	1494.15	1.7427	.014
4	10000.0	389.155	6.213	.078	37.833	16.01	2463.53	2.0770	.000
5	.0	389.155	25.064	.630	37.833	16.01	2052.94	2.0770	.017
6	19000.0	386.740	8.388	.301	20.323	13.72	836.32	1.3718	.006
ВРЕМџ В СЕК Т= 6. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.094	12.100	.646	18.731	15.48	687.87	1.1564	.035
2	4000.0	389.574	10.593	.367	28.010	13.37	1380.40	1.7977	.007
3	.0	389.574	13.749	.484	28.010	13.37	1656.48	1.7977	.011
4	10000.0	389.290	8.095	.153	40.599	16.49	2713.40	2.1598	.001
5	.0	389.290	25.975	.617	40.599	16.49	2261.17	2.1598	.016
6	19000.0	386.740	10.764	.413	20.323	13.72	836.32	1.3718	.012
ВРЕМџ В СЕК Т= 7. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.134	12.100	.623	19.411	15.53	726.88	1.1907	.032
2	4000.0	389.671	10.880	.356	29.744	13.84	1491.78	1.8456	.006
3	.0	389.671	13.929	.462	29.744	13.84	1790.14	1.8456	.010
4	10000.0	389.399	9.375	.189	42.842	16.86	2920.33	2.2246	.001
5	.0	389.399	26.679	.606	42.842	16.86	2433.61	2.2246	.015
6	19000.0	386.740	13.062	.530	20.323	13.72	836.32	1.3718	.019
ВРЕМџ В СЕК Т= 8. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.170	12.100	.604	20.036	15.58	763.37	1.2220	.029
2	4000.0	389.748	11.099	.350	31.095	14.00	1590.02	1.9000	.006
3	.0	389.748	14.042	.448	31.095	14.00	1908.03	1.9000	.009
4	10000.0	389.485	10.384	.210	44.699	17.16	3094.52	2.2770	.002
5	.0	389.485	27.112	.597	44.699	17.16	2578.76	2.2770	.014
6	19000.0	386.740	15.105	.643	20.323	13.72	836.32	1.3718	.028
ВРЕМџ В СЕК Т= 9. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.201	12.100	.588	20.590	15.62	796.16	1.2494	.027
2	4000.0	389.809	11.274	.345	32.175	14.12	1669.73	1.9426	.005
3	.0	389.809	14.111	.436	32.175	14.12	2003.68	1.9426	.009
4	10000.0	389.554	11.172	.225	46.191	17.38	3237.91	2.3199	.002
5	.0	389.554	27.325	.587	46.191	17.38	2698.26	2.3199	.013
6	19000.0	386.740	16.819	.743	20.323	13.72	836.32	1.3718	.038
ВРЕМџ В СЕК Т= 10. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.227	12.100	.574	21.075	15.66	825.22	1.2731	.025
2	4000.0	389.858	11.423	.341	33.043	14.22	1734.47	1.9762	.005
3	.0	389.858	14.154	.427	33.043	14.22	2081.37	1.9762	.008
4	10000.0	389.609	11.784	.236	47.392	17.56	3354.44	2.3539	.002
5	.0	389.609	27.362	.577	47.392	17.56	2795.37	2.3539	.013
6	19000.0	386.740	18.205	.828	20.323	13.72	836.32	1.3718	.047
ВРЕМџ В СЕК Т= 11. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.250	12.100	.563	21.490	15.70	850.30	1.2933	.024
2	4000.0	389.897	11.549	.339	33.741	14.30	1787.08	2.0029	.005
3	.0	389.897	14.174	.419	33.741	14.30	2144.50	2.0029	.008
4	10000.0	389.654	12.258	.244	48.364	17.70	3449.49	2.3810	.002
5	.0	389.654	27.260	.566	48.364	17.70	2874.57	2.3810	.012
6	19000.0	386.740	19.308	.896	20.323	13.72	836.32	1.3718	.055
ВРЕМџ В СЕК Т= 12. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.268	12.100	.554	21.838	15.73	871.38	1.3097	.023
2	4000.0	389.929	11.654	.337	34.304	14.36	1829.68	2.0241	.005
3	.0	389.929	14.173	.413	34.304	14.36	2195.62	2.0241	.007
4	10000.0	389.689	12.628	.249	49.153	17.81	3527.12	2.4028	.002
5	.0	389.689	27.054	.555	49.153	17.81	2939.27	2.4028	.011
6	19000.0	386.740	20.185	.950	20.323	13.72	836.32	1.3718	.062
ВРЕМџ В СЕК Т= 13. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.283	12.100	.547	22.127	15.76	889.01	1.3233	.022
2	4000.0	389.953	11.744	.335	34.754	14.41	1863.97	2.0410	.005
3	.0	389.953	14.156	.408	34.754	14.41	2236.77	2.0410	.007
4	10000.0	389.718	12.922	.254	49.792	17.90	3590.32	2.4203	.002
5	.0	389.718	26.773	.543	49.792	17.90	2991.93	2.4203	.011
6	19000.0	386.740	20.882	.993	20.323	13.72	836.32	1.3718	.068
ВРЕМџ В СЕК Т= 14. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.295	12.100	.541	22.362	15.79	903.40	1.3342	.021
2	4000.0	389.973	11.821	.334	35.111	14.45	1891.33	2.0543	.005
3	.0	389.973	14.127	.403	35.111	14.45	2269.59	2.0543	.007
4	10000.0	389.740	13.162	.257	50.304	17.98	3641.15	2.4342	.002
5	.0	389.740	26.438	.532	50.304	17.98	3034.29	2.4342	.010
6	19000.0	386.740	21.440	1.028	20.323	13.72	836.32	1.3718	.073
ВРЕМџ В СЕК Т= 15. -ЕС<О "-АКТОВ М= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.304	12.100	.537	22.549	15.81	914.89	1.3429	.021
2	4000.0	389.987	11.890	.334	35.388	14.48	1912.62	2.0646	.005
3	.0	389.987	14.090	.399	35.388	14.48	2295.14	2.0646	.007
4	10000.0	389.757	13.366	.260	50.704	18.03	3680.95	2.4451	.002

Продолжение приложения 8.

5	.0	389.757	26.066	.521	50.704	18.03	3067.46	2.4451	.010
6	19000.0	386.740	21.887	1.055	20.323	13.72	836.32	1.3718	.077
ВРЕМЯ В СЕК T= 15. —ЕС<О —АСТКОВ M= 3									
I	X	Z	Q	V	W	B	K	R	FR
1	.0	390.304	12.100	.537	22.549	15.81	914.89	1.3429	.021
2	400.0	390.237	12.133	.510	23.761	15.52	1004.07	1.4274	.017
3	800.0	390.192	12.064	.478	25.200	15.25	1111.85	1.5229	.014
4	1200.0	390.147	12.094	.455	26.534	14.95	1217.15	1.6143	.012
5	1600.0	390.116	12.023	.429	27.951	14.65	1332.45	1.7102	.010
6	2000.0	390.085	12.052	.411	29.232	14.49	1434.84	1.7869	.009
7	2400.0	390.062	11.981	.391	30.551	14.52	1533.47	1.8478	.007
8	2800.0	390.038	12.008	.376	31.780	14.63	1622.09	1.8948	.007
9	3200.0	390.020	11.936	.359	33.055	14.70	1716.75	1.9449	.006
10	3600.0	390.001	11.963	.348	34.228	14.59	1814.82	2.0061	.005
11	4000.0	389.987	11.890	.334	35.388	14.48	1912.62	2.0646	.005
12	.0	389.987	14.090	.399	35.388	14.48	2295.14	2.0646	.007
13	1000.0	389.950	14.042	.385	36.493	14.68	2394.81	2.1014	.006
14	2000.0	389.920	13.967	.370	37.721	14.92	2505.21	2.1394	.006
15	3000.0	389.890	13.913	.356	38.987	15.19	2618.60	2.1759	.005
16	4000.0	389.866	13.831	.341	40.380	15.50	2743.33	2.2135	.005
17	5000.0	389.841	13.772	.328	41.824	15.84	2872.45	2.2498	.004
18	6000.0	389.821	13.684	.313	43.402	16.22	3013.86	2.2874	.004
19	7000.0	389.801	13.621	.300	45.045	16.63	3161.29	2.3240	.003
20	8000.0	389.785	13.529	.286	46.830	17.08	3323.30	2.3631	.003
21	9000.0	389.769	13.462	.273	48.692	17.54	3494.42	2.4031	.003
22	10000.0	389.757	13.366	.260	50.704	18.03	3680.95	2.4451	.002
23	.0	389.757	26.066	.521	50.704	18.03	3067.46	2.4451	.010
24	1900.0	389.682	32.169	.614	51.265	18.24	3106.65	2.4513	.014
25	3800.0	389.356	25.444	.536	47.923	17.91	2823.01	2.3493	.011
26	5700.0	389.376	31.935	.624	49.912	18.33	2978.56	2.3955	.015
27	7600.0	388.931	24.621	.554	44.606	17.72	2540.37	2.2333	.012
28	9500.0	389.022	31.745	.647	47.656	18.30	2777.22	2.3117	.016
29	11400.0	388.450	23.664	.586	40.250	17.39	2185.08	2.0784	.015
30	13300.0	388.577	31.574	.698	43.788	18.06	2451.21	2.1763	.021
31	15200.0	387.839	22.678	.665	33.688	16.58	1692.07	1.8496	.022
32	17100.0	387.890	31.418	.848	35.816	17.15	1833.95	1.9039	.035
33	19000.0	386.740	21.887	1.055	20.323	13.72	836.32	1.3718	.077
КОЕ— С—ЕТА									

## Приложение 9.

Таблица 10. Рассчитанные и измеренные расходы воды по расчетным створам, р.Паши, 1970 год ( $n=0.08-0.04$ ).

день	Поречье		Дуброво		Часовенское	
	расход воды, м куб/сек		расход воды, м куб/сек		расход воды, м куб/сек	
	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный
0	4,4	33	12	55	17,1	106
1	4,4	33	12	55	17,3	106
2	4,4	30	12	52	17,6	74
3	4,47	29	12	51	17,8	60
4	4,47	29	12	51	17,7	53
5	4,7	29	12,2	51	17,9	51
6	4,7	29	12,2	51	18,2	50
7	4,62	29	12,2	51	18,4	50
8	4,88	29	12,2	51	18,7	51
9	4,88	29	12,2	51	18,9	51
10	4,8	29	12,2	51	19,2	51
11	4,8	29	12,2	51	19,2	51
12	4,8	29	11,9	51	19,2	51
13	4,7	29	11,9	51	19,2	51
14	4,62	29	11,9	51	19,2	51
15	4,7	29	11,9	51	19,9	51
16	4,62	29	12,2	51	19,9	51
17	4,7	29	12,5	51	20,6	51
18	4,7	29	12,5	51	20,6	51
19	5,04	29	12,7	51	21,3	51
20	4,8	29	13	51	21,5	51
21	5,21	29	13,2	51	22,9	51
22	5,46	29	14,9	51	24,5	51
23	6,34	29	15,2	51	27,5	51
24	6,68	29	16,6	51	30,5	51
25	7,18	29	17,5	51	33,7	51
26	8	29	19,6	51	37	51
27	9,4	29	21,8	51	42,2	51
28	11,2	29	25,6	51	49,9	51
29	16,2	29	32	51	60,8	51
30	18,9	29	40,3	51	74,7	51
31	20,4	35	51,1	65	87,7	44
32	27,4	46	65,4	84	110	47
33	39,6	60	85	106	139	71
34	48	72	126	127	180	106
35	55,5	83	158	146	235	133
36	60,5	94	190	175	324	155
37	75,1	120	222	219	412	380
38	89,8	129	251	245	501	480
39	90,5	133	286	267	590	620
40	101	143	340	301	590	620
41	110	156	429	400	592	620
42	113	171	482	420	645	660
43	139	186	551	500	712	740
44	164	187	582	520	805	822
45	168	179	558	530	792	740
46	156	178	518	480	728	740
47	153	176	508	460	700	660
48	161	168	533	550	704	660
49	159	158	536	550	692	630
50	144	147	497	460	652	600
51	127	138	432	400	581	550
52	114	136	399	360	483	430

Продолжение приложения 9.

Продолжение таблицы 10.

53	110	118	402	380	473	248
54	116	112	400	350	473	225
55	104	108	323	350	460	207
56	81,8	99	265	260	358	189
57	56,7	76	223	200	295	166
58	57,9	86	200	200	252	161
59	53,1	112	172	150	232	187
60	47	128	141	330	210	224
61	62,7	128	192	228	237	380
62	85	113	324	207	346	212
63	83,1	96	344	183	406	198
64	68,8	101	273	182	379	188
65	60,3	83	213	157	306	177
66	60,3	72	189	142	263	159
67	54,9	64	174	131	221	143
68	45	60	159	123	200	130
69	38	57	141	117	180	122
70	39	54	136	110	160	115
71	37	50	121	102	149	108
72	35,5	44	114	93	135	101
73	32	33	105	82	124	92
74	19,4	35	92	74	111	83
75	13,9	39	76,2	72	99,8	76
76	16,6	44	76,2	73	87,2	72
77	18,6	49	89	83	87,2	71
78	20,2	52	84,5	92	88,8	79
79	39	49	98,4	99	90,3	92
80	45	43	157	92	102	100
81	44	38	163	82	133	96
82	37,5	33	135	73	129	85
83	33,1	30	106	64	109	75
84	25,7	29	90,5	57	92,8	66
85	20,2	29	79,2	53	80	59
86	27,6	30	73,8	53	68,8	54
87	35	30	75,4	52	70	51
88	32	28	75,4	49	66,2	47
89	24,7	26	66,9	44	61,5	42
90	22,1	25	62	42	55,5	41
91	20,7	23	58,2	40	50,5	42
92	18,1	22	51,3	38	47	43
93	16	21	46,9	38	44,4	43
94	14,1	20	39,3	36	41,3	42
95	12,5	18	41,8	33	39,5	41
96	11,3	16	38	31	37,3	39
97	10,2	15	34,5	28	34,8	37
98	9	13	31	25	32,5	34
99	34	13	29,3	25	29,9	32
100	7,68	16	26,4	26	28	29
101	6,73	14	25,9	23	26,9	27
102	8,13	9	26,4	18	27,2	25
103	7,82	8	24,3	16	26,5	22

*Таблица 11. Рассчитанные и измеренные расходы воды  
по расчетным створам, р.Паши, 1965 год (n=0.08-0.04).*

день	Поречье		Дуброво		Часовенское	
	расход воды, м куб/сек		расход воды, м куб/сек		расход воды, м куб/сек	
	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный
0	3,8	5	11,6	15	14,8	16
1	3,65	5	12,2	15	16,3	18
2	3,96	5	12,3	15	16,3	18
3	4,04	5	12,5	15	17,9	18
4	3,06	5	13,1	16	18,5	20
5	3,8	5	13,1	16	19	20
6	4,07	5	13,1	16	19	20
7	4,07	5	13,1	16	19,5	20
8	3,99	5	13,1	16	19,5	20
9	3,99	6	13,1	16	19,5	21
10	3,99	6	13,1	16	19,5	21
11	4,07	6	13,1	16	19,5	21
12	4,24	6	13,1	16	19,5	21
13	4,16	6	13,1	16	19,5	21
14	4,16	6	13,1	16	19,3	22
15	4,36	6	13,1	16	19,3	22
16	4,18	6	13,1	16	19,3	22
17	4,44	6	13,1	17	19,5	22
18	4,56	6	13,3	18	18,9	22
19	4,52	6	14,2	18	19,4	22
20	4,35	6	14,1	18	19	22
21	4,46	7	14,1	18	20,4	23
22	4,55	7	14,1	20	20,4	23
23	4,75	7	14,7	25	20,4	23
24	4,75	7	14,7	30	20	25
25	4,92	8	14,7	40	22,4	30
26	5,52	9	15,2	86	24,3	35
27	5,56	15	16,5	86	27,6	40
28	6,58	20	17,8	86	31,9	40
29	9,21	40	20,7	86	39	40
30	17,4	55	17,6	86	54,5	50
31	23,7	61	37,2	99	85	120
32	33,1	78	53,6	123	90	122
33	41,7	82	78,8	134	91	123
34	69,9	85	78,8	142	96	124
35	83,8	89	78,8	153	97	125
36	92,9	97	337	268	360	380
37	95,7	105	351	310	380	390
38	98,7	108	362	340	385	390
39	98,4	106	372	350	395	400
40	90,3	104	364	350	380	390
41	90,3	110	364	350	380	390
42	84,3	111	332	320	360	380
43	82,1	102	280	274	300	310
44	71,1	91	234	256	275	290
45	58,5	81	207	240	270	250
46	46,1	74	183	227	250	198
47	41	65	163	211	220	183
48	39	56	149	225	210	172
49	41	53	153	246	196	188
50	50,7	51	171	267	203	218
51	62,3	53	207	259	228	245
52	71,3	58	212	253	256	267

Продолжение приложения 9.

*Продолжение таблицы 11.*

53	71,3	67	212	252	263	264
54	69,9	70	209	244	258	251
55	69,9	65	197	228	251	237
56	57,9	58	178	211	236	223
57	53,7	53	157	196	210	210
58	55,5	49	145	182	183	196
59	46,8	45	139	168	168	183
60	43	43	141	156	168	170
61	38	41	147	145	163	158
62	33,1	40	143	133	171	145
63	30,3	38	132	122	174	131
64	28,5	39	120	120	166	119
65	26,6	47	106	124	153	109
66	40	58	101	131	140	100
67	43,5	62	113	131	122	91
68	43	51	114	117	112	83
69	37	39	102	101	117	72
70	30,3	30	89	88	115	61
71	25,7	24	80	79	105	51
72	21,9	19	69	70	96	45
73	19	14	62	62	82	44
74	18,2	10	56,8	55	66	47
75	16,3	7	54,3	50	61	59
76	15,2	5	49,5	45	60	59
77	13,2	2	46,2	42	59	51
78	12	2	43	38	56	44
79	10,7	2	39,3	36	51	38
80	9,89	2	35,6	33	46	30
81	9,02	2	37,2	30	41	24
82	8,84	2	30,2	28	37	19
83	7,94	2	27,6	25	34	15
84	7,4	6	25,3	23	33	11
85	6,94	2	22,8	20	30	8
86	6,48	2	21,9	18	27	5
87	6,25	2	19	15	24	3
88	6,02	2	17,7	13	21	3
89	5,79	2	16,9	11	20	2

Таблица 12. Рассчитанные и измеренные расходы воды  
по расчетным створам, р.Паши, 1966 год ( $n=0.08-0.04$ ).

день	Поречье		Дуброво		Часовенское	
	расход воды, м куб/сек		Расход воды м куб/сек		Расход воды м куб/сек	
	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный
0	3,96	10	10	31	13	44
1	3,96	14	10	31	13	44
2	3,8	16	10	33	13	44
3	3,64	18	10	35	13	38
4	3,72	20	10	37	13	36
5	4,13	22	10	39	13	37
6	4,12	23	11	40	14	39
7	4,2	23	11	40	14	40
8	4,12	22	11	39	15	40
9	4,16	22	11	39	15	40
10	4,24	22	11	39	15	40
11	4,62	22	12	39	16	39
12	4	22	13,8	39	18,4	39
13	4	22	15	39	20	39
14	5	22	17,6	39	20	39
15	5	22	20	39	36	39
16	7	22	26	39	48	39
17	7,82	22	34	39	67	39
18	9,25	22	43	39	92	39
19	13,6	22	55	39	120	39
20	17	22	60	39	140	39
21	21,3	22	60	39	150	39
22	23,3	22	58	39	148	39
23	23,1	22	53	39	136	39
24	23,2	22	51	39	129	39
25	22	22	50	39	123	39
26	21	22	49	39	118	39
27	21	22	46	39	116	39
28	21	22	46	39	114	39
29	21	22	44	39	115	39
30	22	22	46	39	126	39
31	23	32	52	62	148	36
32	29	39	59	83	173	50
33	34	48	76	105	216	180
34	42	59	89	140	263	200
35	44	64	105	170	285	240
36	39	71	126	184	330	300
37	41	82	185	201	392	340
38	50	90	252	216	488	420
39	63	98	256	230	522	500
40	67	108	268	240	549	520
41	74	116	325	300	624	600
42	107	134	378	350	724	700
43	140	144	485	460	802	800
44	149	122	545	521	819	840
45	139	131	545	521	783	890
46	140	133	533	521	783	800
47	169	150	563	540	760	800
48	162	130	557	540	738	760
49	139	130	491	460	709	720



Продолжение приложения 9.

Продолжение таблицы 12.

50	144	135	462	460	662	620
51	171	160	508	480	624	600
52	184	170	551	520	629	600
53	170	170	545	520	659	620
54	154	120	490	460	670	620
55	130	110	432	400	630	620
56	107	99	379	390	563	520
57	108	96	351	380	486	460
58	118	89	357	380	424	400
59	114	83	341	370	400	350
60	98	80	297	320	392	350
61	77	79	251	300	373	350
62	68	76	221	260	327	280
63	68	72	207	130	327	200
64	63	66	196	119	327	123
65	60	56	184	105	214	113
66	45	50	165	95	199	101
67	38	48	136	88	184	91
68	41	48	124	86	163	83
69	42	46	118	81	141	75
70	37	44	112	77	128	67
71	34	43	109	74	122	59
72	33	44	109	72	118	51
73	35	44	118	70	116	47
74	31	44	114	67	119	43
75	29	45	102	66	115	39
76	28	44	90	62	105	37
77	24	44	91	60	97	36
78	20	43	83	59	89	36
79	18,2	42	73	57	81	39
80	17,4	42	66	56	72	43
81	16,3	41	65	54	65	58
82	16,3	39	59	52	60	49
83	17	38	56	51	55	45
84	15,2	37	54	49	52	41
85	12	37	48	48	51	39
86	12	36	42	47	43	35
87	10	35	37	45	37	31
88	10	35	33	44	34	26
89	8,57	34	29	43	31	22
90	7,79	33	27	41	29	19
91	7,3	32	25	40	28	16
92	6,37	31	23	38	27	13
93	6,25	30	21	36	23	10
94	6	29	20	35	21	8
95	5,9	28	19	33	20	6

Таблица 13. Рассчитанные и измеренные расходы воды  
по расчетным створам, р.Паши, 1970 год ( $n=0.06-0.03$ ).

день	Поречье		Дуброво		Часовенское	
	расход воды, м куб/сек		расход м куб/сек		расход м куб/сек	
	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный
0	4,4	33	12	55	17,1	89
1	4,4	38	12	60	17,3	121
2	4,4	36	12	58	17,6	78
3	4,47	36	12	58	17,8	61
4	4,47	36	12	59	17,7	58
5	4,7	37	12,2	59	17,9	58
6	4,7	37	12,2	59	18,2	59
7	4,62	37	12,2	59	18,4	59
8	4,88	37	12,2	59	18,7	59
9	4,88	37	12,2	59	18,9	59
10	4,8	37	12,2	59	19,2	59
11	4,8	37	12,2	59	19,2	59
12	4,8	37	11,9	59	19,2	59
13	4,7	37	11,9	59	19,2	59
14	4,62	37	11,9	59	19,2	59
15	4,7	37	11,9	59	19,9	59
16	4,62	37	12,2	59	19,9	59
17	4,7	37	12,5	59	20,6	59
18	4,7	37	12,5	59	20,6	59
19	5,04	37	12,7	59	21,3	59
20	4,8	37	13	59	21,5	59
21	5,21	37	13,2	59	22,9	59
22	5,46	37	14,9	59	24,5	59
23	6,34	37	15,2	59	27,5	59
24	6,68	37	16,6	59	30,5	59
25	7,18	37	17,5	59	33,7	59
26	8	37	19,6	59	37	59
27	9,4	37	21,8	59	42,2	59
28	11,2	37	25,6	59	49,9	59
29	16,2	37	32	59	60,8	59
30	18,9	37	40,3	59	74,7	59
31	20,4	44	51,1	74	87,7	52
32	27,4	57	65,4	95	110	58
33	39,6	72	85	119	139	86
34	48	84	126	139	180	121
35	55,5	94	158	157	235	146
36	60,5	107	190	187	324	168
37	75,1	134	222	233	412	204
38	89,8	150	251	266	501	254
39	90,5	159	286	293	590	281
40	101	179	340	366	590	313
41	110	174	429	355	592	351
42	113	194	482	399	645	381
43	139	202	551	396	712	396
44	164	199	582	382	805	383
45	168	190	558	361	792	376
46	156	190	518	373	728	376
47	153	188	508	384	700	382
48	161	177	533	385	704	380
49	159	167	536	356	692	374
50	144	172	497	342	652	352
51	127	169	432	316	581	325
52	114	148	399	283	483	299
53	110	130	402	260	473	272
54	116	113	400	231	473	248
55	104	108	323	201	460	220

Продолжение приложения 9.

Продолжение таблицы 13.

56	81,8	87	265	184	358	197
57	56,7	85	223	151	295	174
58	57,9	189	200	189	252	173
59	53,1	97	172	235	232	199
60	47	128	141	247	210	238
61	62,7	146	192	246	237	245
62	85	125	324	218	346	226
63	83,1	105	344	192	406	506
64	68,8	106	273	186	379	193
65	60,3	92	213	166	306	184
66	60,3	82	189	153	263	169
67	54,9	75	174	142	221	154
68	45	71	159	134	200	141
69	38	68	141	127	180	132
70	39	63	136	119	160	125
71	37	59	121	111	149	117
72	35,5	52	114	100	135	109
73	32	43	105	88	124	98
74	19,4	40	92	81	111	89
75	13,9	43	76,2	80	99,8	83
76	16,6	48	76,2	82	87,2	80
77	18,6	53	89	91	87,2	79
78	20,2	59	84,5	102	88,8	89
79	39	62	98,4	109	90,3	103
80	45	58	157	101	102	109
81	44	52	163	91	133	103
82	37,5	46	135	81	129	92
83	33,1	40	106	71	109	82
84	25,7	37	90,5	65	92,8	73
85	20,2	37	79,2	61	80	66
86	27,6	38	73,8	62	68,8	62
87	35	37	75,4	59	70	58
88	32	35	75,4	56	66,2	53
89	24,7	33	66,9	54	61,5	48
90	22,1	32	62	51	55,5	47
91	20,7	30	58,2	49	50,5	48
92	18,1	29	51,3	47	47	49
93	16	27	46,9	44	44,4	49
94	14,1	26	39,3	42	41,3	49
95	12,5	24	41,8	39	39,5	47
96	11,3	22	38	36	37,3	45
97	10,2	19	34,5	33	34,8	42
98	9	17	31	30	32,5	39
99	34	19	29,3	30	29,9	36
100	7,68	22	26,4	33	28	33
101	6,73	17	25,9	27	26,9	32
102	8,13	13	26,4	21	27,2	29
103	7,82	12	24,3	19	26,5	24

## Приложение 10.

Рассчитанные и измеренные гидрографы для лет с разной водностью, р.Паша,  
 $n=0,08-0,04$

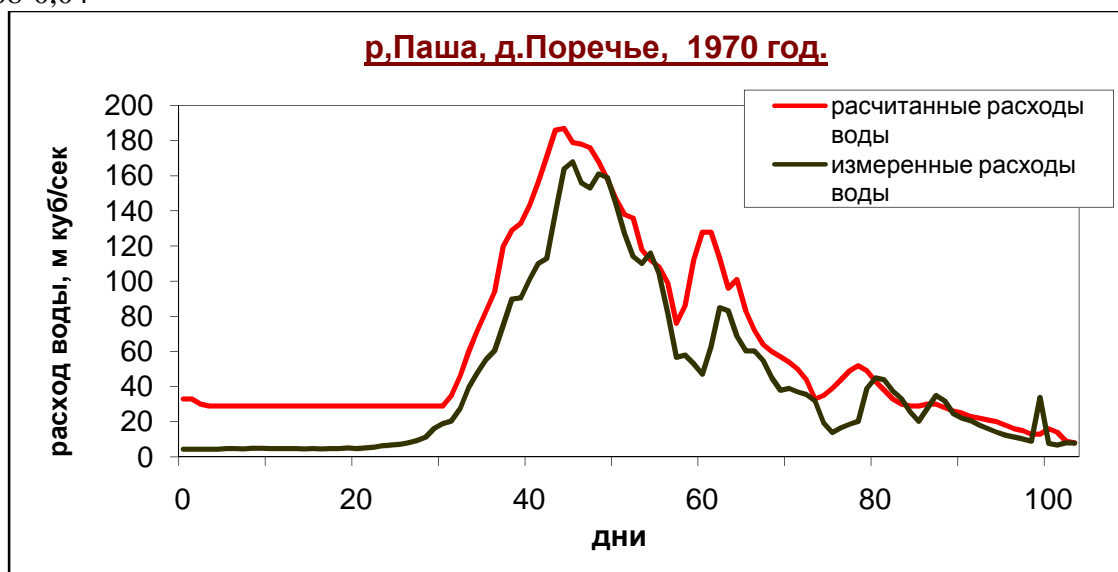


Рис.13.1.1. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Поречье, 1970 г.

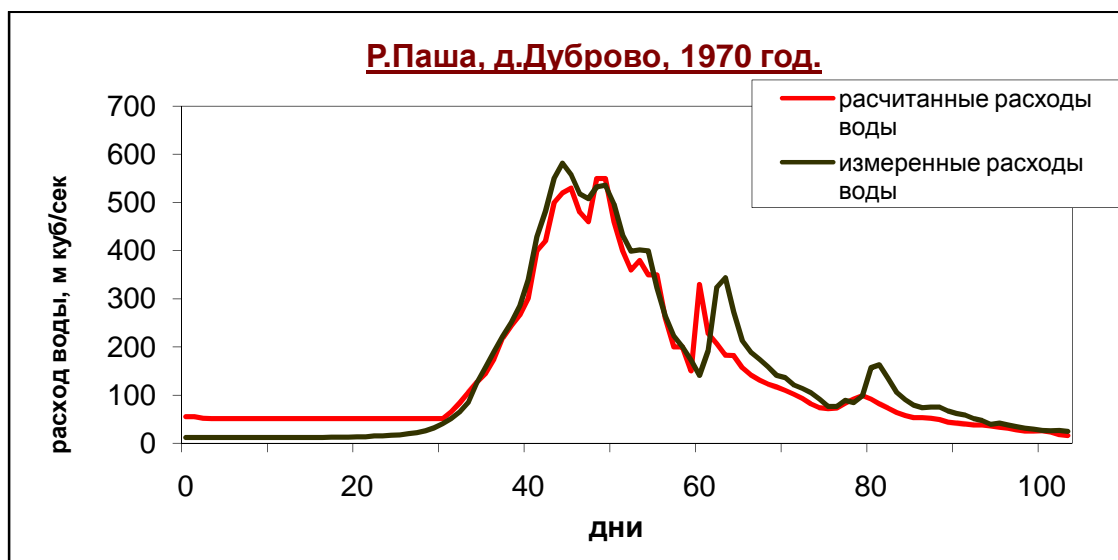


Рис.13.1.2. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1970 г.

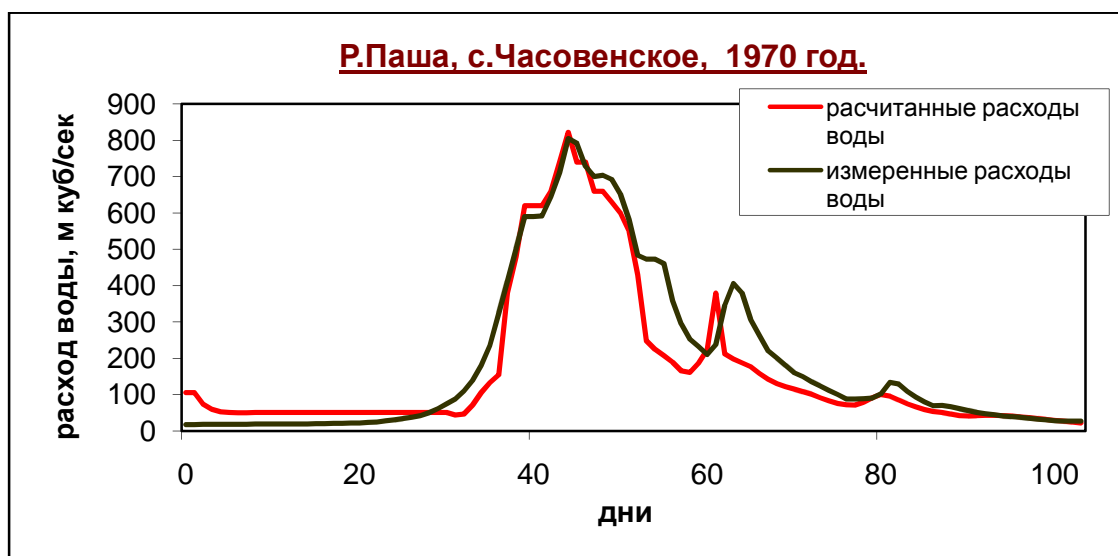


Рис.13.1.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1970 г.

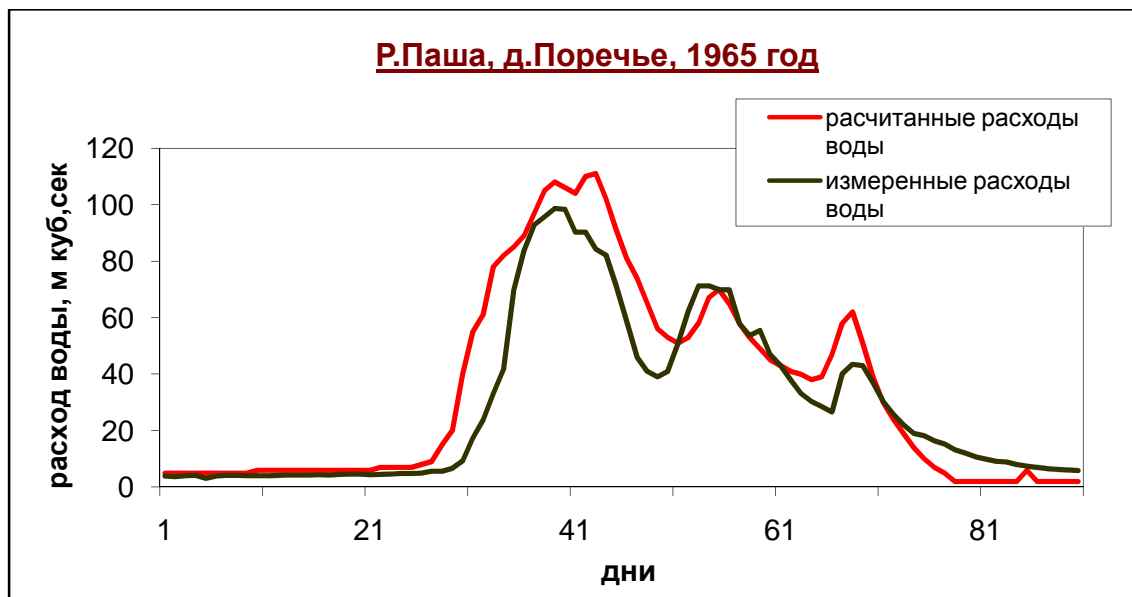


Рис.13.2.1. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Поречье, 1965 г.

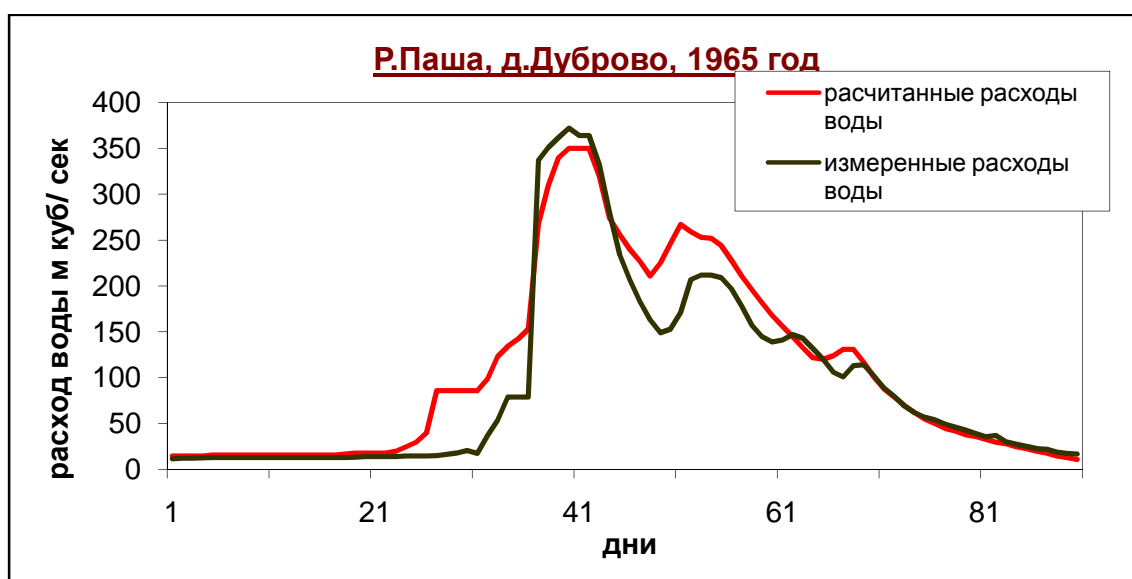


Рис.13.2.2. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1965 г.

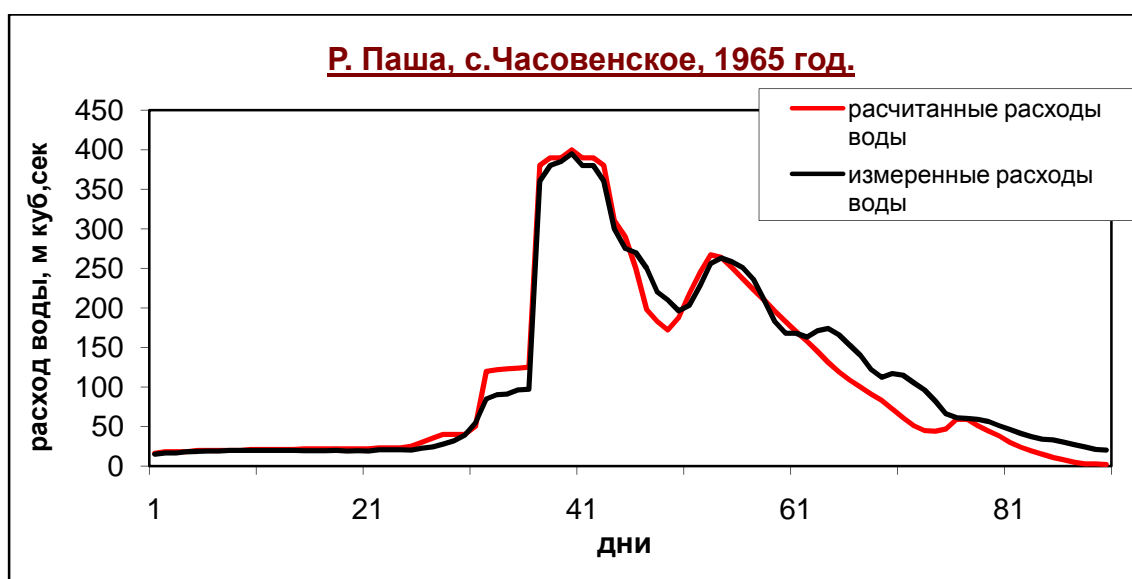


Рис.13.2.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1965 г.

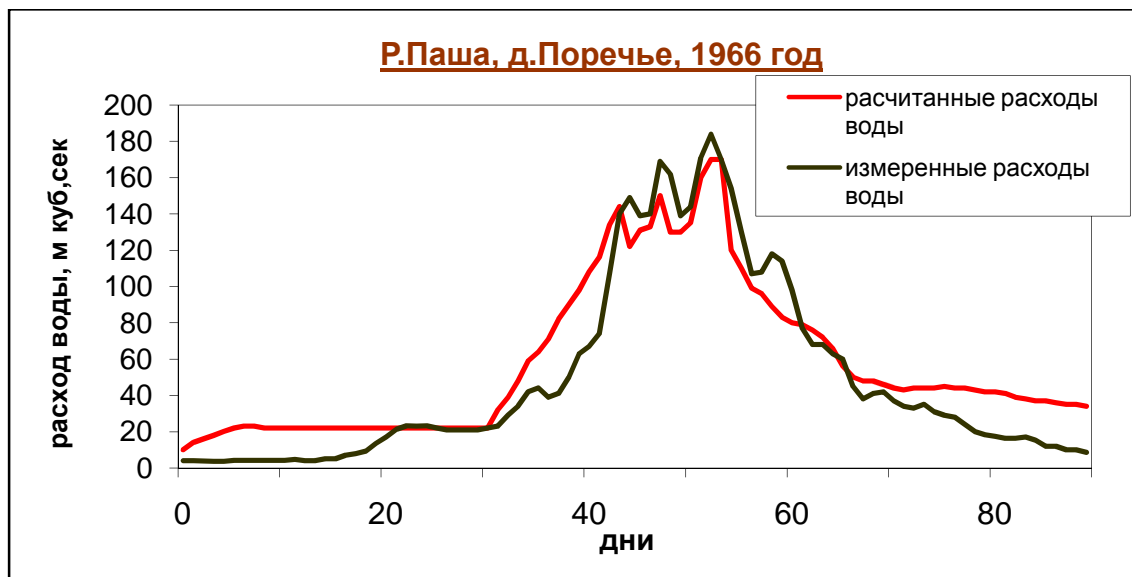


Рис.13.3.1. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Поречье, 1966 г.

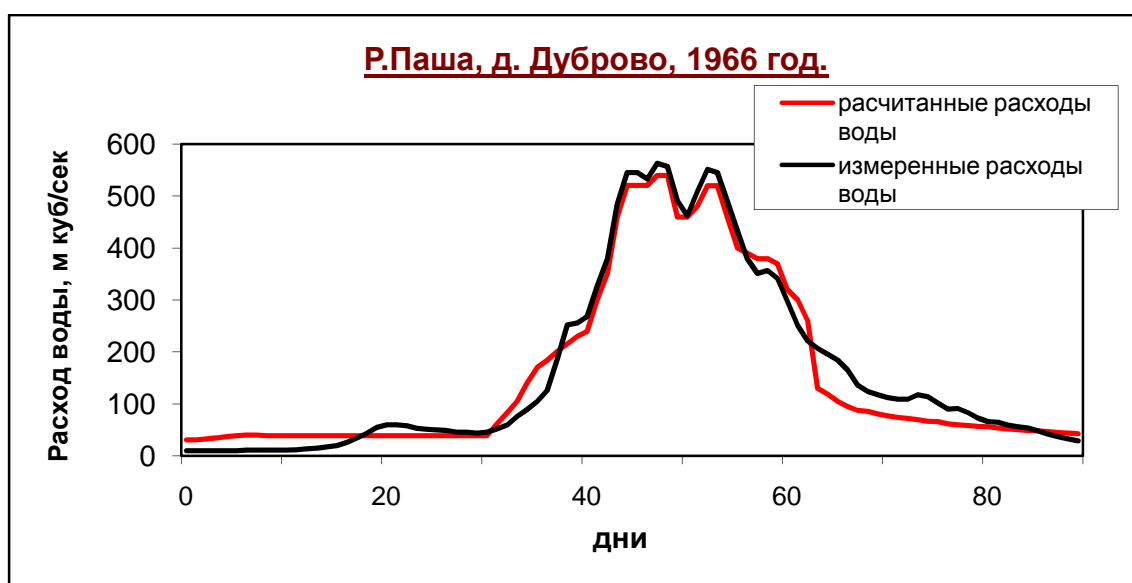


Рис.13.3.2. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1966 г.

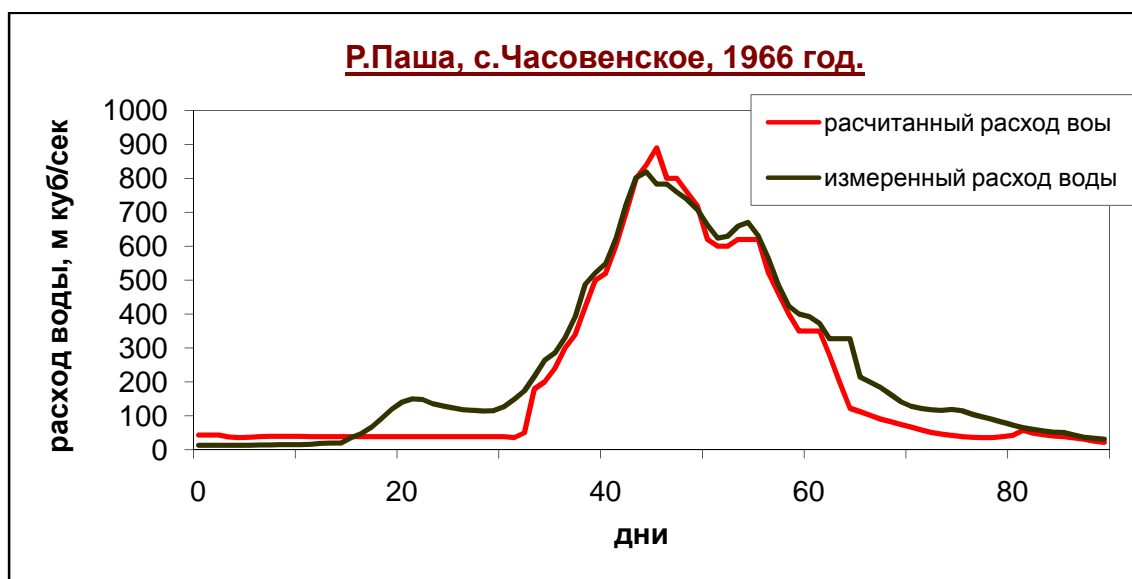


Рис.13.3.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1966 г.

Рассчитанные и измеренные гидрографы для лет с разной водностью, р.Паша,  $n=0,06-0,03$

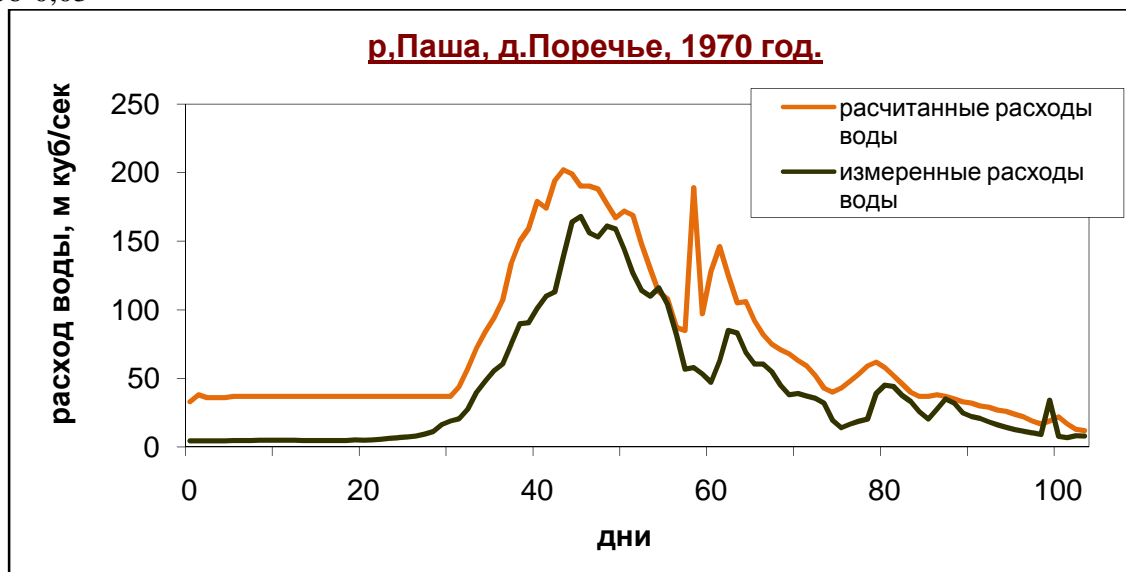


Рис.13.4.1. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Поречье, 1970 г.

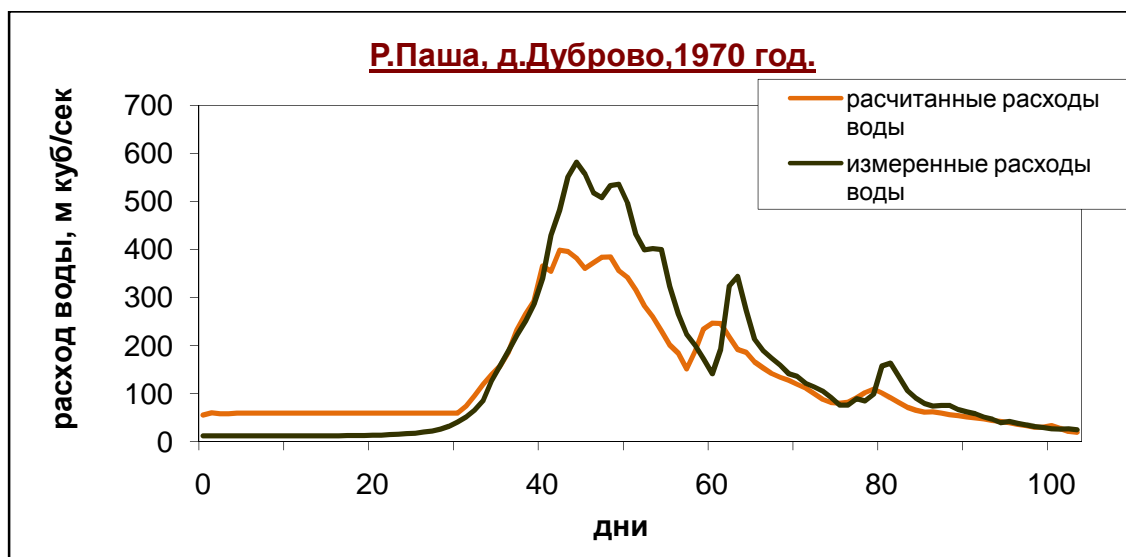


Рис.13.4.2. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, д.Дуброво, 1970 г.

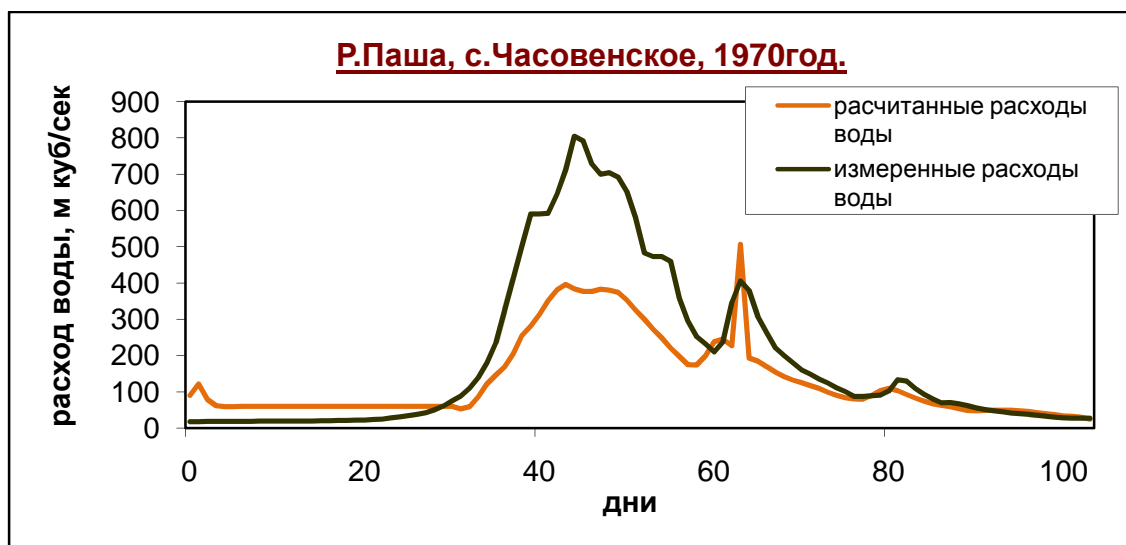


Рис.13.4.3. Рассчитанные и измеренные гидрографы р.Паша, с.Часовенское, 1970 г.

## Приложение 11.

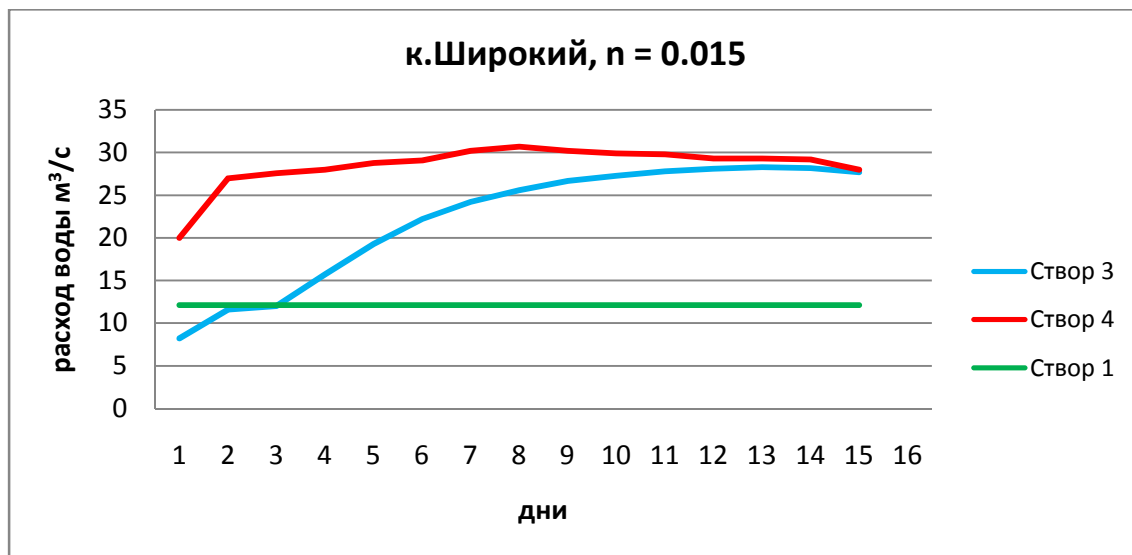


Рис.14.1. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n = 0.015$ .

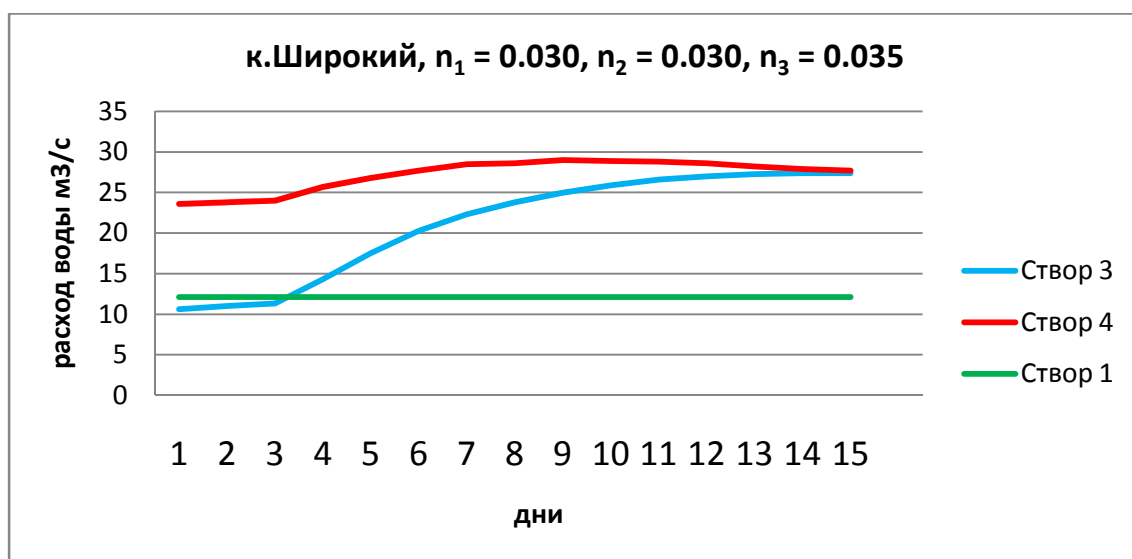


Рис.14.2. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n_1 = 0.030$ ,  $n_2 = 0.030$ ,  $n_3 = 0.035$ .

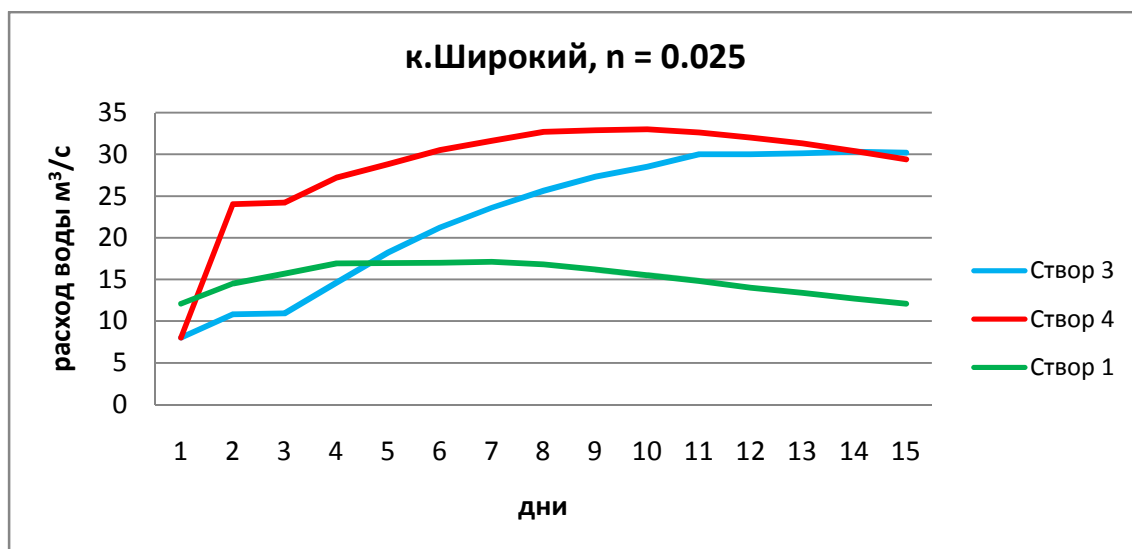


Рис.14.3. Рассчитанные расходы воды для разных створов к.Широкий при  $n = 0.025$ .



## Приложение 12.

Таблица 13. Рассчитанные и измеренные  
уровни воды. р.Паша, д.Дуброво.

день	1970 год		1965 год		1966 год	
	уровень воды, мБс		уровень воды мБс		уровень воды мБс	
	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный	Измеренный	Рассчитанный
0	42,33	42,90	42,2	42,5	43,00	43,97
1	42,34	42,90	42,24	42,5	43,01	43,97
2	42,35	42,90	42,27	42,5	43,02	43,97
3	42,36	42,90	42,29	42,5	43,06	43,97
4	42,38	42,90	42,29	42,5	43,10	43,97
5	42,39	42,90	42,31	42,5	43,12	43,97
6	42,4	42,90	42,31	42,5	43,12	43,97
7	42,41	42,90	42,32	42,5	43,14	43,97
8	42,42	42,90	42,33	42,5	43,15	43,97
9	42,43	42,90	42,33	42,5	43,16	43,97
10	42,44	42,90	42,33	42,5	43,12	43,97
11	42,44	42,90	42,33	42,5	43,10	43,97
12	42,44	42,90	42,33	42,5	43,00	43,97
13	42,44	42,90	42,33	42,5	43,00	43,97
14	42,44	42,90	42,32	42,5	43,10	43,97
15	42,44	42,90	42,32	42,5	43,22	43,97
16	42,44	42,90	42,32	42,5	43,21	43,97
17	42,44	42,90	42,33	42,5	43,22	43,97
18	42,44	42,90	42,33	42,5	43,33	43,97
19	42,44	42,90	42,35	42,5	43,69	43,97
20	42,45	42,90	42,37	42,5	43,93	43,97
21	42,47	42,90	42,39	42,5	44,04	43,97
22	42,5	42,90	42,39	42,5	44,05	43,97
23	42,56	42,90	42,39	42,5	43,97	43,97
24	42,61	42,90	42,39	42,5	43,94	43,97
25	42,65	42,90	42,39	42,5	43,89	43,97
26	42,69	42,90	42,41	42,5	43,85	43,97
27	42,77	42,90	42,45	42,5	43,83	43,97
28	42,88	42,90	42,51	42,5	43,81	43,97
29	43,05	42,90	42,64	42,5	43,79	43,97
30	43,24	42,90	42,89	42,5	43,93	43,97
31	43,39	44,23	42,89	44,77	44,00	43,97
32	43,7	44,75	43,93	45,73	44,41	44,85
33	44,05	45,28	44,65	45,81	44,85	44,8
34	44,51	45,70	45,73	45,9	45,26	45,53
35	45,28	46,12	46,3	45,98	45,39	45,87
36	45,75	46,54	46,01	46,07	45,59	46,22
37	46,57	46,97	46,15	46,16	46,22	46,52
38	46,61	46,81	46,16	45,94	46,81	46,83
39	46,97	46,65	46,16	45,73	46,83	46,65
40	46,57	46,74	46,18	45,52	46,69	46,47
41	46,65	46,84	46,15	45,31	46,47	46,55
42	46,81	46,93	46,05	45,1	46,74	46,63
43	46,99	47,03	45,81	44,89	47,08	46,71
44	47,09	46,86	45,33	44,74	47,15	46,8
45	47,03	46,69	44,89	44,6	47,14	46,88
46	46,75	46,53	44,62	44,45	47,07	46,97
47	46,62	46,31	44,35	44,31	46,97	46,85
48	46,64	46,19	44,19	44,17	46,87	46,73
49	46,59	46,03	44,08	44,31	46,65	46,61
50	46,39	45,80	44,17	44,45	46,47	46,49
51	46,03	45,57	44,42	44,59	46,49	46,34
52	45,75	45,35	44,68	44,73	46,64	46,19

Продолжение приложения 12.

Продолжение таблицы 13.

53	45,75	45,12	44,74	44,65	46,69	46,01
54	45,79	44,89	44,73	44,58	46,53	46,16
55	45,63	44,67	44,67	44,51	46,18	45,75
56	45,15	44,45	44,57	44,44	45,78	45,61
57	44,67	44,23	44,37	44,31	45,43	45,46
58	44,36	44,01	44,13	44,3	45,30	45,31
59	44,19	44,39	44	44,23	45,27	45,17
60	44,01	44,77	43,98	44,16	45,17	45,04
61	44,25	45,15	44,09	44,09	44,89	44,91
62	45,16	45,54	44,15	43,99	44,48	44,78
63	45,61	45,24	44,09	43,9	44,23	44,65
64	45,54	44,94	43,97	43,81	44,13	44,52
65	45,03	44,64	43,83	43,72	44,02	44,39
66	44,73	44,34	43,64	43,63	43,91	44,27
67	44,46	44,05	43,54	43,54	43,74	44,14
68	44,24	43,96	43,6	43,45	43,51	44,01
69	44,05	43,87	43,58	43,34	43,39	43,88
70	43,87	43,79	43,45	43,23	43,35	43,75
71	43,75	43,70	43,29	43,13	43,31	43,62
72	43,61	43,62	43,09	43,02	43,30	43,49
73	43,5	43,53	42,95	42,91	43,31	43,37
74	43,37	43,44	42,82	42,81	43,37	43,29
75	43,25	43,36	42,71	42,7	43,33	43,21
76	43,12	43,27	42,7	42,59	43,21	43,14
77	43,11	43,19	42,67	42,49	43,13	43,06
78	43,15	43,38	42,59	42,42	43,05	42,98
79	43,19	43,58	42,49	42,35	42,95	42,91
80	43,36	43,78	42,39	42,29	42,83	42,83
81	43,8	43,67	42,3	42,22	42,73	42,75
82	43,78	43,56	42,22	42,15	42,67	42,68
83	43,57	43,46	42,15	42,09	42,60	42,6
84	43,36	43,35	42,13	42,02	42,54	42,53
85	43,2	43,25	42,07	41,95	42,53	42,47
86	43,05	43,14	41,99	41,89	42,39	42,42
87	43,09	43,04	41,93	41,82	42,29	42,37
88	43,05	42,93	41,85	41,75	42,23	42,31
89	42,99	42,83	41,8	41,69	42,17	42,26
90	42,9	42,85			42,13	42,21
91	42,83	42,87			42,11	42,16
92	42,79	42,89			42,10	42,01
93	42,75	42,91			41,99	42
94	42,7	42,93			41,94	41,95
95	42,68	42,95			41,91	41,9
96	42,65	42,97				
97	42,61	42,99				
98	42,57	43,01				
99	42,52	43,03				
100	42,49	43,05				
101	42,48	43,07				

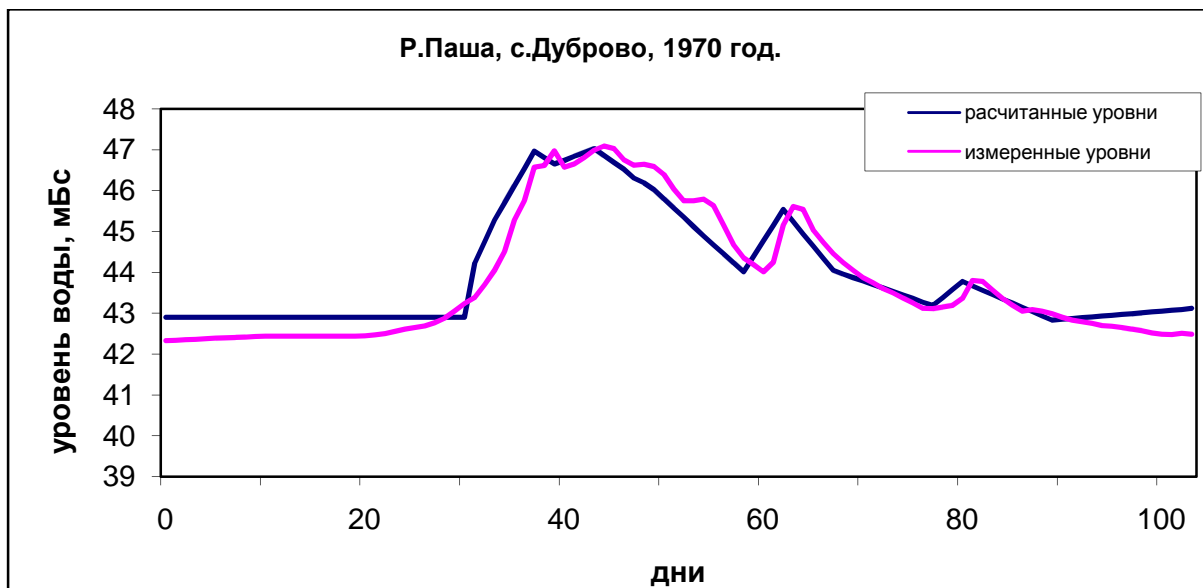


Рис. 15.1. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1970 г.

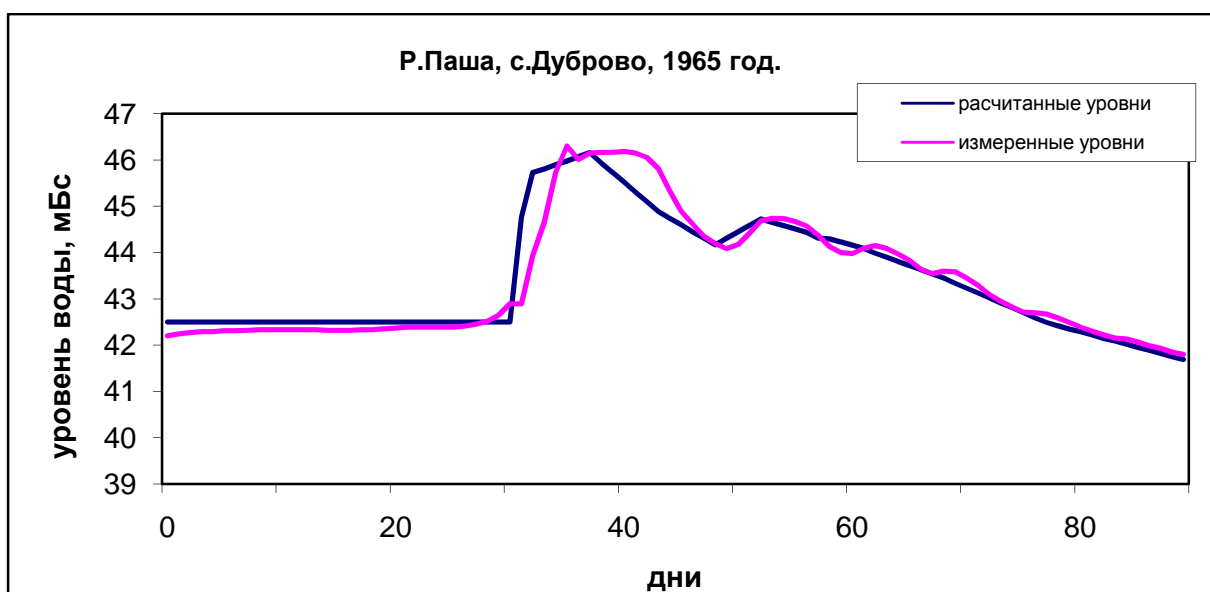


Рис. 15.2. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1965 г.

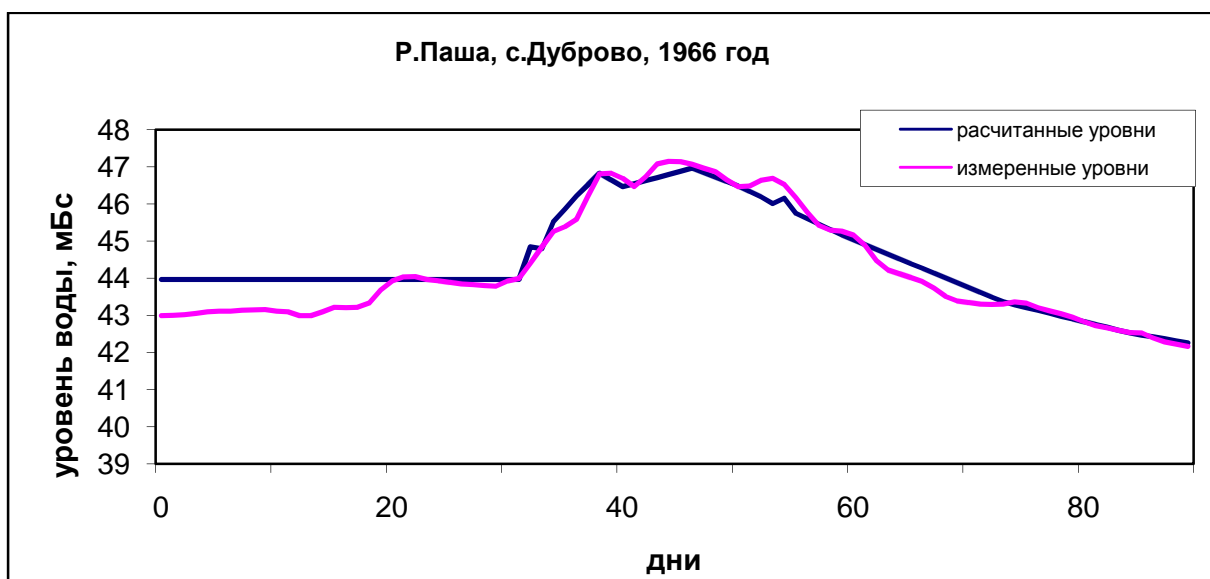


Рис. 15.3. Графики измеренных и рассчитанных уровней р.Паша, с.Дуброво, 1966 г.

### Приложение 13.

«Автоматизированный расчет гидравлических характеристик в трубах и открытых потоках»

Общие сведения о программе.

1) Идентификатор программы:

Приложение (.exe)

Версия - 1.1

2) Ключевые слова:

расчет, гидравлика, гидростатика, гидродинамика, остойчивость, центр тяжести, давления, точка приложения, давление на плоский затвор, режим движения.

3) Процессор:

Intel(R) Core(TM) i5-2500K CPU @ 3.30GHz, 3301МГц, ядер: 4, логических процессоров: 4

4) Система программирования:

- Язык программирования: VisualBasic

- Транслятор: VisualStudio 2012

5) Содержательная постановка задачи:

Данная программа может быть использована в различных гидротехнических областях. Результаты полученные представляют данные о гидравлических характеристиках при различных поставленных задачах.

6) Прототип:

Данная программа имеет ряд отличий:

- Полностью обновлены все рисунки;

- Полностью переписаны условия задач;

- Введены дополнительные переменные, для большей манипуляции программы;

- Вывод решения имеет более детальное описание;

- Защита от ввода данных, противоречащих условию

7) Оборудование:

ПК, Монитор, Мышь, Клавиатура

8) Память:

На входном языке – 168 кб

После оттранслирования – 11 033 кб

9) Операционная система:

- Имя ОС: Microsoft Windows 7 Максимальная

- Тип: x64-based PC

- Версия: "6.1.7600.16385"

Без возможности автономной работы.

Продолжение приложения 13.

Математическая постановка.

1) Метод решения задачи, алгоритм:

Рассматривается на примере Задачи №23. В данной задаче необходимо найти коэффициенты шероховатости ( $n$ ) по формуле Агроскина и Павловского, для этого за основы было взято уравнение неразрывности:

$$Q = \omega_n * V_n$$

откуда:

$$V = C * (R * i)^{\frac{1}{2}}$$

где:

по Агроскину:  $C = \frac{1}{n} + 17,72 * \lg R$

по Павловскому:  $C = \frac{R^y}{n}$

$$y = 1,3 * \sqrt{n}$$

Если для нахождения коэффициента шероховатости по формуле Агроскина было достаточно линейного решения, то по формуле Павловского необходимо было создать цикл, который бы искал ближайшее значение для удовлетворения условия:

$$\frac{n_n}{R^{1,3 * (\sqrt{n})}} = \omega * \frac{(R * i)^{\frac{1}{2}}}{Q}$$

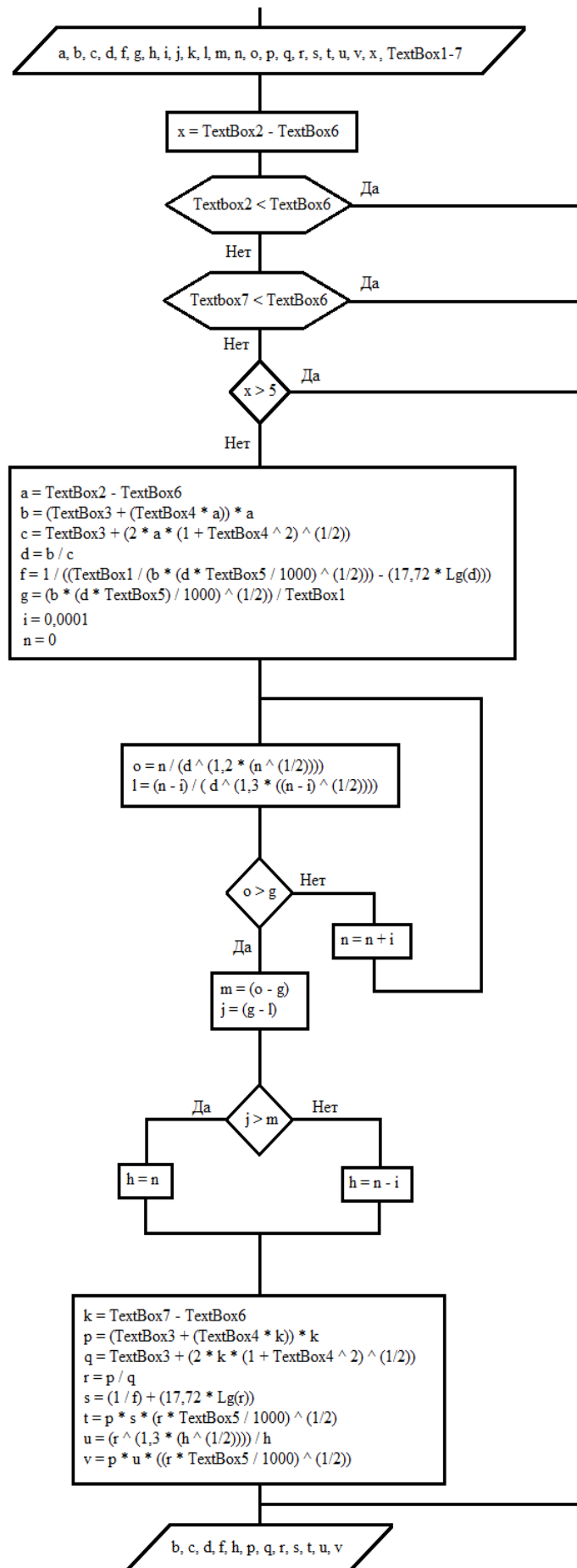
Далее при данных коэффициентах шероховатости рассчитывался максимальный расход.

2) Точность:

4 знака после запятой

Продолжение приложения 13.

Блок схема программы, на примере задачи №23:



### Продолжение приложения 13.

#### Текстпрограммы:

```
PrivateSub TreeView1_NodeMouseClick(sender AsObject, e AsTreeNodeMouseClickEventArgs)
Handles TreeView1.NodeMouseClick
If e.Node.Name = "Node29"Then
RichTextBox1.LoadFile("C:\Users\Taras\Documents\Курсовик 3\rtf\y24.rtf")
    PictureBox1.ImageLocation = "C:\Users\Taras\Documents\Курсовик 3\IMG\22.bmp"
    PictureBox1.Visible = True
    Label12.Visible = True
    Label11.Visible = True
    Label14.Visible = True
    Label14.Text = "№23"
    TextBox1.Visible = True
    TextBox2.Visible = True
    TextBox3.Visible = True
    TextBox4.Visible = True
    TextBox5.Visible = True
    TextBox6.Visible = True
    TextBox7.Visible = True
    TextBox1.Text = "98"
    TextBox2.Text = "25,3"
    TextBox3.Text = "47"
    TextBox4.Text = "2"
    TextBox5.Text = "0,22"
    TextBox6.Text = "21,8"
    TextBox7.Text = "26,4"
    Label13.Visible = True
    Label14.Visible = True
    Label15.Visible = True
    Label16.Visible = True
    Label17.Visible = True
    Label18.Visible = True
    Label19.Visible = True
    Label13.Text = "Q[m^3/c]"
    Label14.Text = "H1[m]"
    Label15.Text = "b[m]"
    Label16.Text = "m"
    Label17.Text = "i[%]"
    Label18.Text = "H[m]"
    Label19.Text = "H2[m]"
    Button24.Visible = True
EndIf
EndSub
```

### Продолжение приложения 13.

```

PrivateSub Button24_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button24.Click
Dim a, b, c, d, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, x As Single
    x = CSng(TextBox2.Text) - CSng(TextBox6.Text)
    x = Math.Round(x, 4)

If x > 5 Then
    RichTextBox2.Text = "ERROR"&vbCrLf&"H1 - H = "& x &" > 5"
    RichTextBox2.ForeColor = Color.Red
    TextBox2.BackColor = Color.Red
    TextBox6.BackColor = Color.Red

ElseIfCSng(TextBox2.Text) <CSng(TextBox6.Text) Then
    RichTextBox2.Text = "ERROR"&vbCrLf&"H1 < H"
    RichTextBox2.ForeColor = Color.Red
    TextBox2.BackColor = Color.Red
    TextBox6.BackColor = Color.Red

ElseIfCSng(TextBox7.Text) <CSng(TextBox6.Text) Then
    RichTextBox2.Text = "ERROR"&vbCrLf&"H2 < H"
    RichTextBox2.ForeColor = Color.Red
    TextBox7.BackColor = Color.Red
    TextBox6.BackColor = Color.Red

Else
    RichTextBox2.ForeColor = Color.Black
    TextBox2.BackColor = Color.White
    TextBox6.BackColor = Color.White
    TextBox7.BackColor = Color.White
    a = CSng(TextBox2.Text) - CSng(TextBox6.Text)
    b = (CSng(TextBox3.Text) + (CSng(TextBox4.Text) * a)) * a
    c = CSng(TextBox3.Text) + (2 * a * (1 + (CSng(TextBox4.Text) ^ 2)) ^ (1 / 2))
    d = b / c
    f = 1 / ((CSng(TextBox1.Text) / (b * (d * CSng(TextBox5.Text) / 1000) ^
(1 / 2)))) - (17.72 * Math.Log10(d)))
    g = (b * (d * CSng(TextBox5.Text) / 1000) ^ (1 / 2)) / CSng(TextBox1.Text)
i = 0.0001
For n = 0 To 1 Step i
    o = n / (d ^ (1.3 * (n ^ (1 / 2))))
    l = (n - i) / (d ^ (1.3 * ((n - i) ^ (1 / 2))))

If o > g ThenExit For
Next

    m = (o - g)
    j = (g - l)

If j > m Then
    h = n

```



### Продолжение приложения 13.

Else

h = n - i

EndIf

k = CSng(TextBox7.Text) - CSng(TextBox6.Text)

p = (CSng(TextBox3.Text) + (CSng(TextBox4.Text) \* k)) \* k

q = CSng(TextBox3.Text) + (2 \* k \* (1 + (CSng(TextBox4.Text) ^ 2)) ^ (1 / 2))

r = p / q

s = (1 / f) + (17.72 \* Math.Log10(r))

t = p \* s \* (r \* CSng(TextBox5.Text) / 1000) ^ (1 / 2)

u = (r ^ (1.3 \* (h ^ (1 / 2)))) / h

v = p \* u \* ((r \* CSng(TextBox5.Text) / 1000) ^ (1 / 2))

RichTextBox2.Text =

"1) Площадь поперечного сечения"&vbCrLf&

"      $\omega = (b + m \cdot h) \cdot h =$  "& b & "[м^2]"&vbCrLf&

"2) Смоченный периметр X"&vbCrLf&

"      $X = b + 2 \cdot h \cdot (1 + (m^2))^{(1/2)} =$  "& c & "[м]"&vbCrLf&

"3) Гидравлический радиус"&vbCrLf&

"      $R = \omega / X =$  "& d & "[м]"&vbCrLf&

""&vbCrLf&

"4)  $n_a =$  "& f & "&vbCrLf&

"5)  $n_p =$  "& h & "&vbCrLf&

""&vbCrLf&

"6)  $\omega =$  "& p & "[м]"&vbCrLf&

"7)  $X =$  "& q & "[м]"&vbCrLf&

"8)  $R =$  "& r & "[м]"&vbCrLf&

""&vbCrLf&

"9) По Агроскину:"&vbCrLf&

"      $C_a =$  "& s & "&vbCrLf&

"      $Q_a =$  "& t & "[м^3/с]"&vbCrLf&

"10) По Павловскому:"&vbCrLf&

"      $C_p =$  "& u & "&vbCrLf&

"      $Q_p =$  "& v & "[м^3/с]"

EndIf

EndSub

Инструкция программисту.

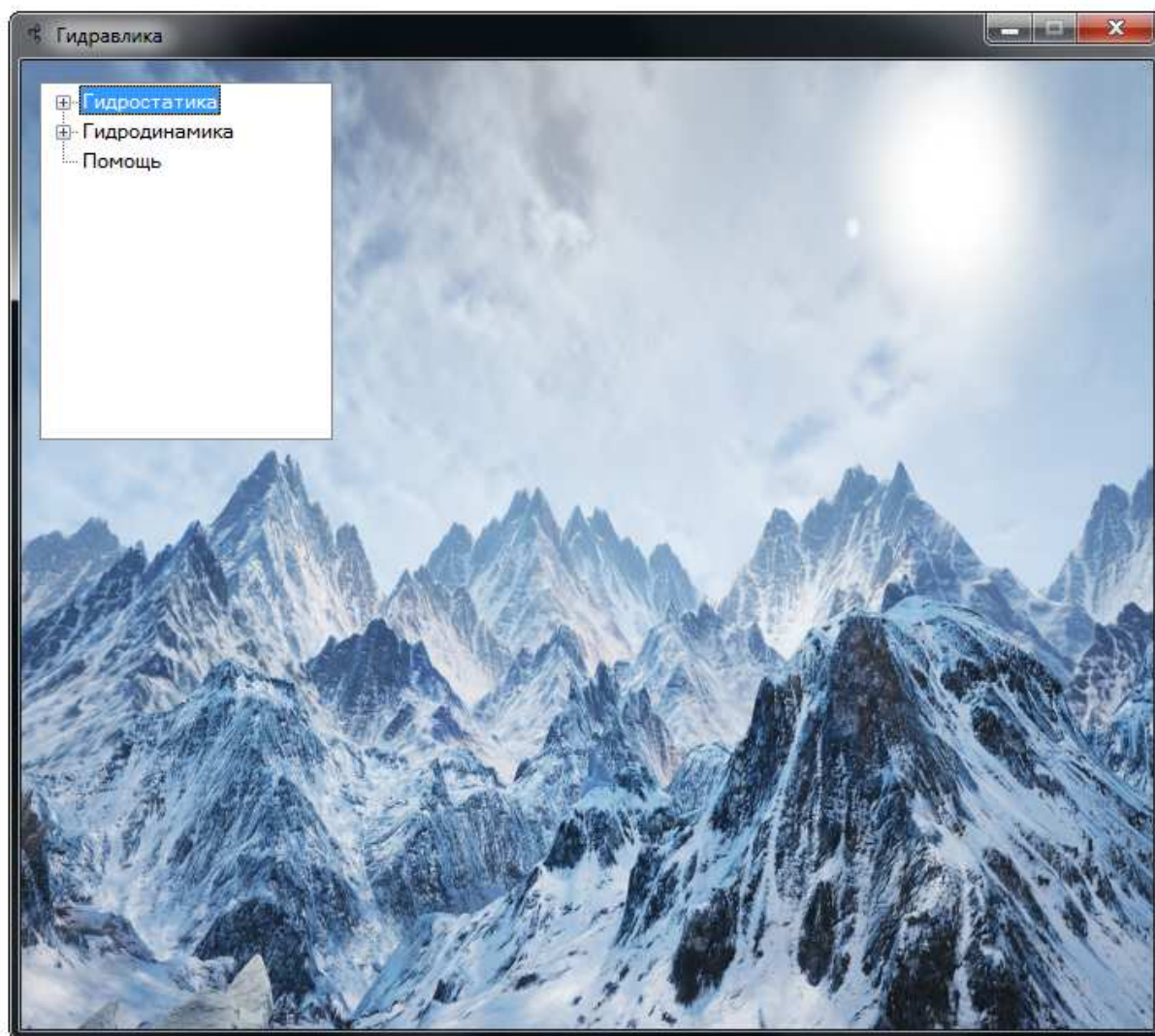
Для правильного функционирования программы необходимо папку "Gidra" поместить в: "C:\Program Files". В папке "Gidra" должны находиться папки "IMG" и "rtf". Расположение приложения "Гидравлика" не имеет значения.

Инструкция оператору.

Для запуска программы необходимо дважды нажать левой кнопкой мыши (ЛКМ) на

приложение "Гидравлика"

На рабочем столе появится интерфейсное окно следующего вида:



Рисуно1.а.

На рисунке 1.а., в левом верхнем углу появилось название программы:

О значках в правом верхнем углу

Под названием появилось окно выбора между разделами: "Гидростатика, гидродинамика и помощь", для перехода в них необходимо дважды нажать ЛКМ на названия разделов. В таком случае будет предложено открыть один из подразделов, если такой имеется. Операция для перехода в подраздел аналогична переходу в раздел:

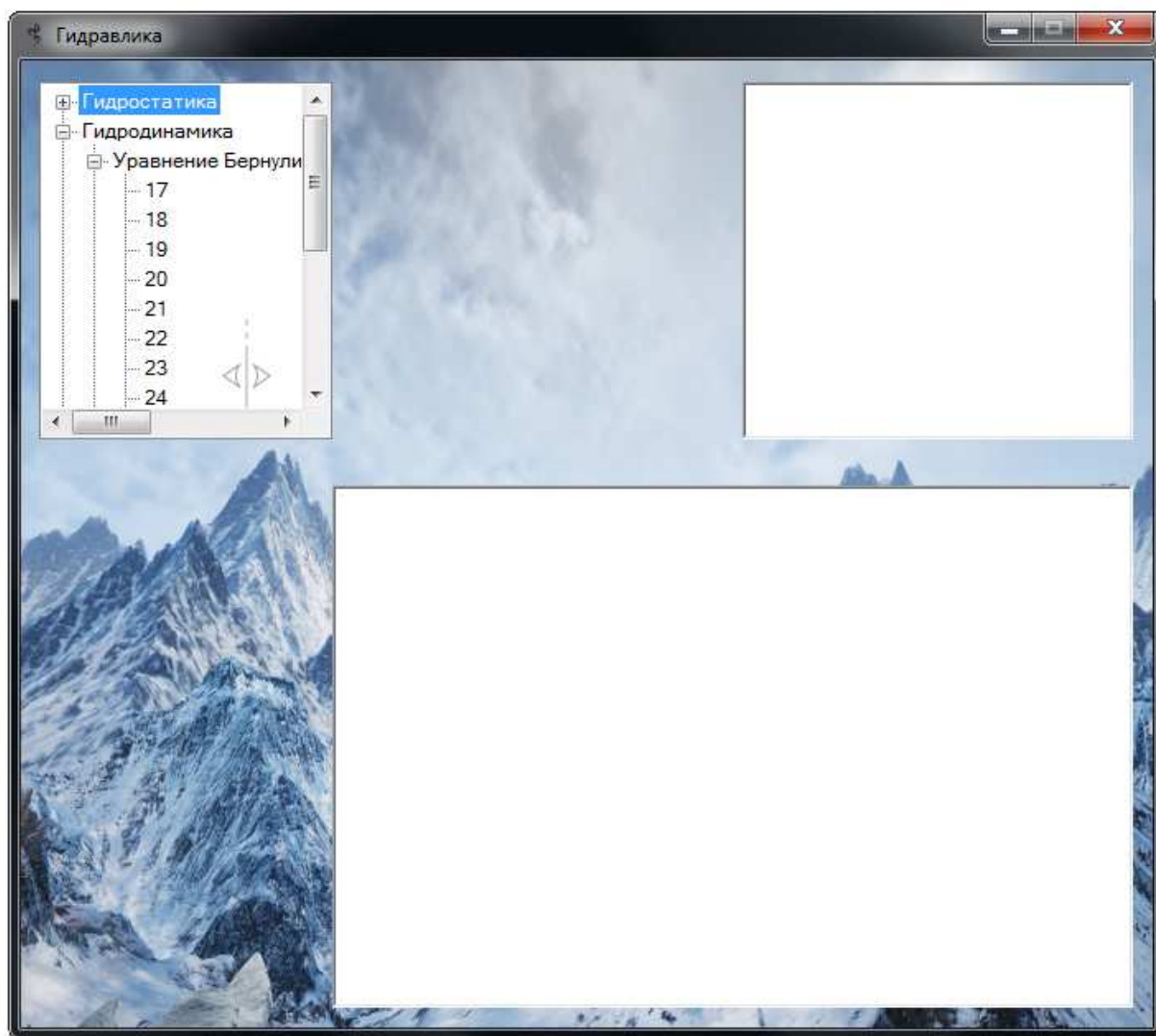


Рисунок 2.а.

Как видно, на рисунке 2.а., появились 2 белых окна, о них будет подробнее рассказано ниже. При выборе одного из предложенных подразделов будет предложено выбрать одну из задач, для этого необходимо одинарное нажатие ЛКМ на номер задачи:

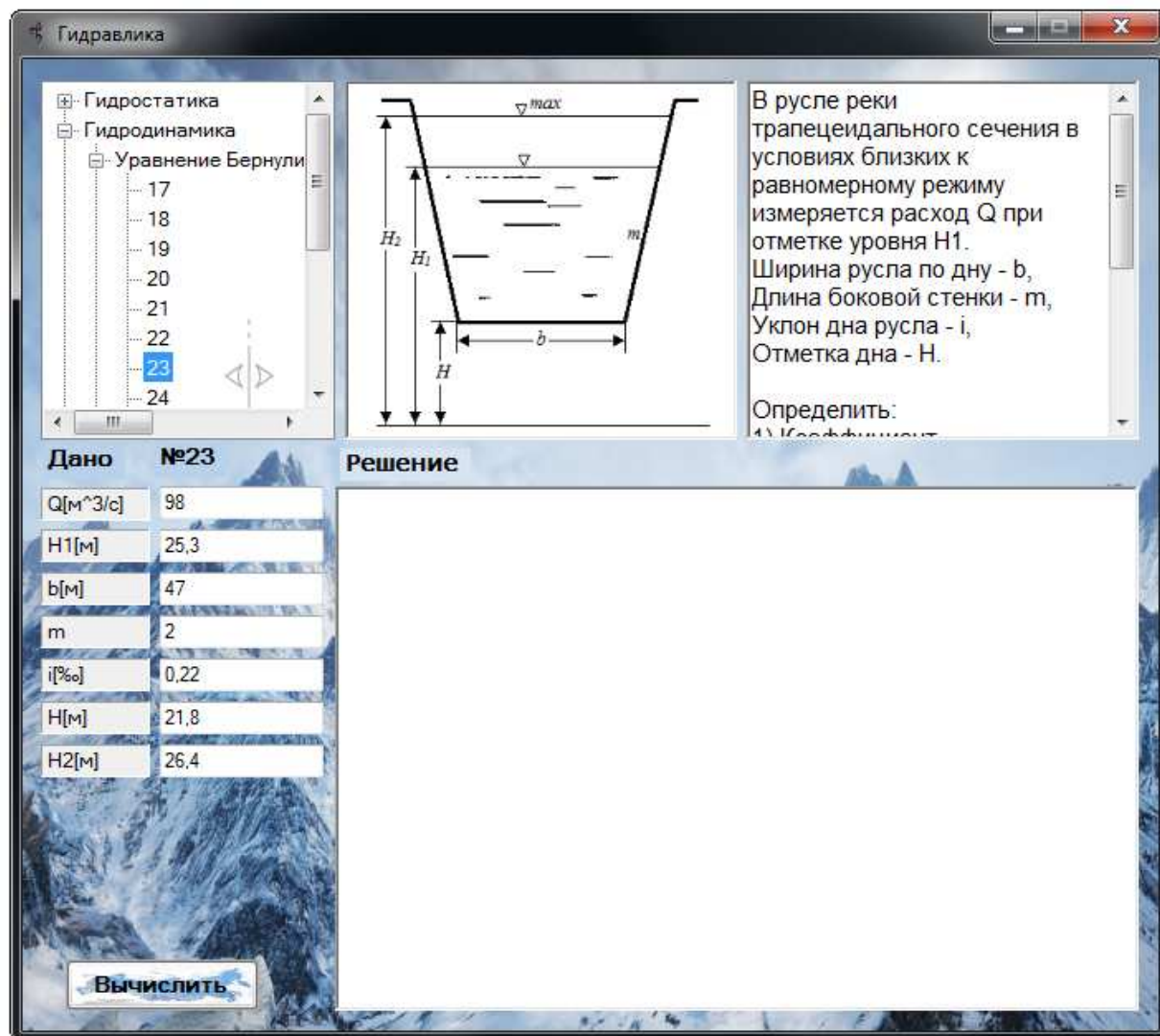
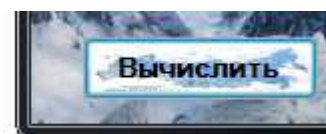


Рисунок 3.а.

В данном случае был выбран раздел "Гидродинамика", подраздел "Уравнение Бернули и сопротивление движению жидкости", задача №23. Как видно, на рисунке 3.а., в верхнем правом окне, которое появляется при выборе любого раздела, появился текст - это текст к условию задачи. Также появился рисунок, в зависимости от задачи его может не быть. Слева, под окном выбора, появилось указание номера задачи "№23", "Дано"

**Дано №23**

. "Дано" нам показывает какие из величин и единицы измерения (в серых ячейках, например  $Q[m^3/c]$ ) используемых в задаче мы можем изменить. Напротив каждой из величин стоит его численный показатель (в белых ячейках, например 98), именно эти величины можно изменить, в зависимости от потребности.



В левом нижнем углу появилась кнопка "Вычислить", при одинарном нажатии ЛКМ на которую происходит расчет задачи. Решение задачи



**Решение**

записывается под словом "Решение" , которое появляется также при выборе задачи, в большом белом окне (далее это окно будет носить имя "решение"):

**Гидравлика**

Гидростатика  
Гидродинамика  
Уравнение Бернулли

17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24

В русле реки трапецеидального сечения в условиях близких к равномерному режиму измеряется расход  $Q$  при отметке уровня  $H_1$ .  
Ширина русла по дну -  $b$ ,  
Длина боковой стенки -  $m$ ,  
Уклон дна русла -  $i$ ,  
Отметка дна -  $N$ .

Определить:

**Дано №23**

$Q[m^3/c]$	98
$H_1[m]$	25,3
$b[m]$	47
$m$	2
$i[‰]$	0,22
$N[m]$	21,8
$H_2[m]$	26,4

**Решение**

- 1) Площадь поперечного сечения  
 $\omega = (b + m \cdot h) \cdot h = 189[m^2]$
- 2) Смоченный периметр  $X$   
 $X = b + 2 \cdot h \cdot (1 + (m^2)^{1/2})^{1/2} = 62,65248[m]$
- 3) Гидравлический радиус  
 $R = \omega / X = 3,01664[m]$
- 4)  $n_a = 0,08598153$
- 5)  $n_p = 0,07330067$
- 6)  $\omega = 258,52[m]$
- 7)  $X = 67,57183[m]$
- 8)  $R = 3,825855[m]$
- 9) По Агроскину:  
 $C_a = 21,95635$   
 $Q_a = 164,6759[m^3/c]$
- 10) По Павловскому:

**Вычислить**

Рисунок 4.а.

Как видно, на рисунке 4.а.,появилось решение задачи, с небольшими пояснениями для большего понимания. Пояснение задачи может быть больше либо меньше в зависимости от выбранной задачи.

В случае, если будут введены данные, противоречащие условию, или превышающие возможности программы, то в окне "решение" будет показано сообщение об ошибке и причина данной ошибки:

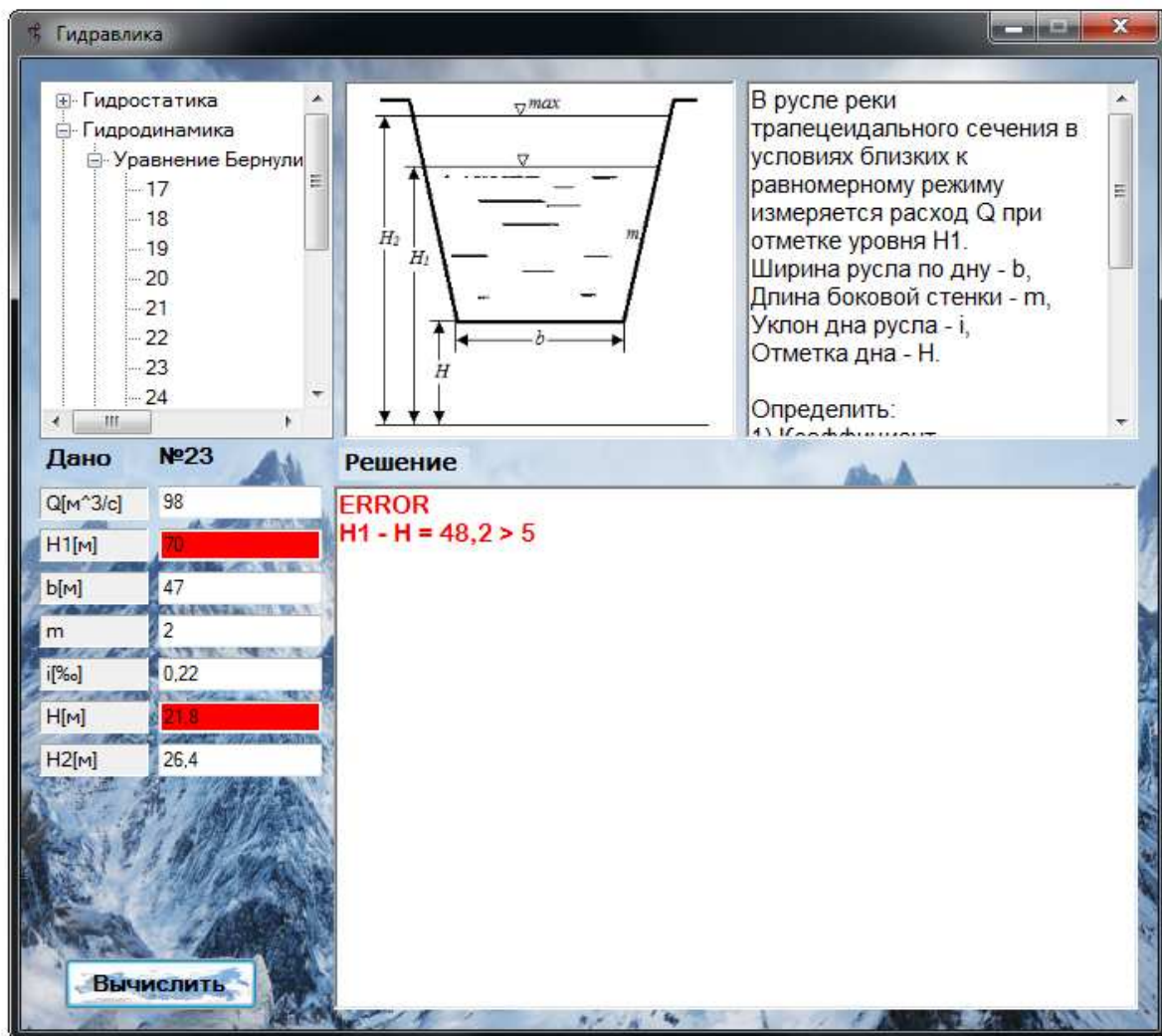


Рисунок 5.а.



На рисунке 5.а., в окне "решение" появилась ошибки, и ее причина

Для быстрого поиска и исправления значения "ложных" величин они подсвечиваются

красным цветом напротив названия самой величины  $H_1[m]$  70. Как видно из вывода причин ошибки, если глубина в русле будет более 5, то происходит переливание, а значит корректно посчитать необходимые величины не будет представляться возможным.

При выборе раздела "Помощь" программа приобретет следующий вид:

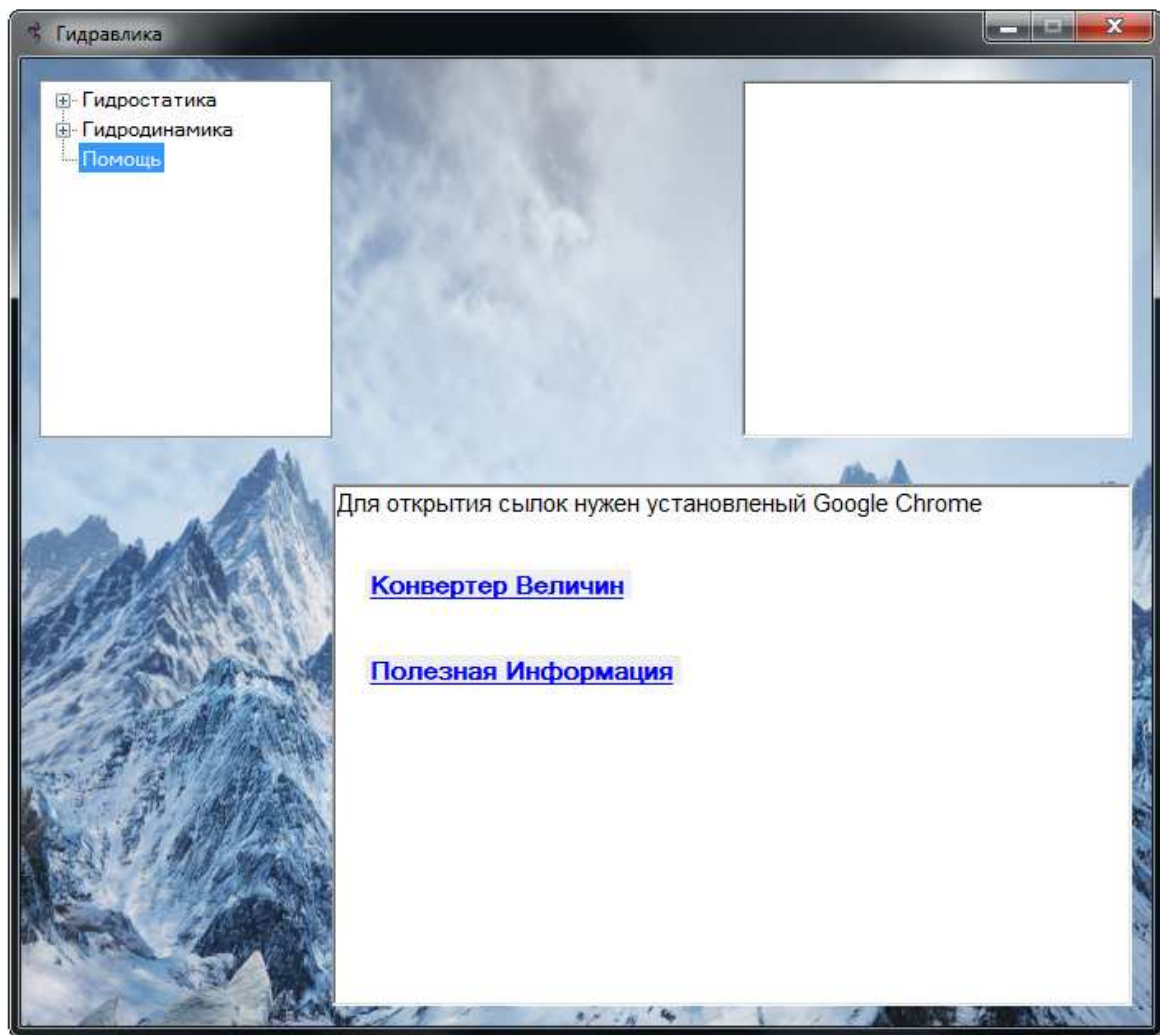


Рисунок 6.а.

Как видно, на рисунке 6.а.,раздел "Помощь" не имеет подразделов (за не надобностью). В

окне "решение" появились две ссылки [Конвертер Величин](#) и

[Полезная Информация](#), при одинарном нажатии ЛКМ на которые произойдет перенос на сайт. И как сказано в окне "решение" данные ссылки могут быть запущены только браузером "GoogleChrome".

Чтобы свернуть программу необходимо нажать следующий значок:



Данный значок находится в правом верхнем углу основного окна программы.

Для Входа из программы необходимо нажать значок:



Находящийся в правом верхнем углу основного окна программы.